

Refrigerant condensor for a vehicle air conditioner.**Publication number:** EP0401752**Publication date:** 1990-12-12**Inventor:** HAUSSMANN ROLAND DIPL-ING (DE)**Applicant:** THERMAL WAERME KAELTE KLIMA (DE)**Classification:**

- international: *F25B39/04; F28D1/04; F28D1/047; F28D1/053; F28F1/32; F28F13/14; F25B39/04; F28D1/04; F28F1/32; F28F13/00; (IPC1-7): B60H1/32; F25B39/04; F28F1/32; F28F13/14*

- european: *F28D1/053C4; F25B39/04; F28D1/04E; F28D1/047F2; F28D1/053E6B; F28F1/32B; F28F9/26B; F28F13/14*

Application number: EP19900110618 19900605**Priority number(s):** DE19893918455 19890606; DE19893938842 19891123**Also published as:**

US5076353 (A1)
EP0401752 (A3)
DE3938842 (A1)
EP0401752 (B1)

Cited documents:

US1870457
US4691767
US1854278
GB2023798
JP58138986

[Report a data error here](#)**Abstract of EP0401752**

The invention relates to a condenser for a refrigerant of a vehicle air conditioner having ribbed heat-exchange tubes through which the refrigerant is guided in cross-flow with respect to incident ambient air, the heat-exchange tubes being arranged in a plurality of tube rows which are arranged one behind the other in the direction of incident flow of the ambient air and the respective heat-exchange tubes of which are connected in cross-counterflow, the tube rows being divided into a plurality of subassemblies (14, 16) which are arranged one behind the other in the direction of incident flow of the ambient air and the rib systems of which are decoupled as regards heat conduction, and the subassemblies (14, 16) being connected in series as regards the refrigerant, in counterflow to the direction of incident flow of the ambient air. According to the invention, adjacent subassemblies (14, 16) are connected mechanically via their rib system but the mean thermal conductivity λ_m in a connection zone between in each case two adjacent subassemblies (14, 16) is less than 20% of the thermal conductivity of the material of the rib system of the two adjacent subassemblies (14, 16).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

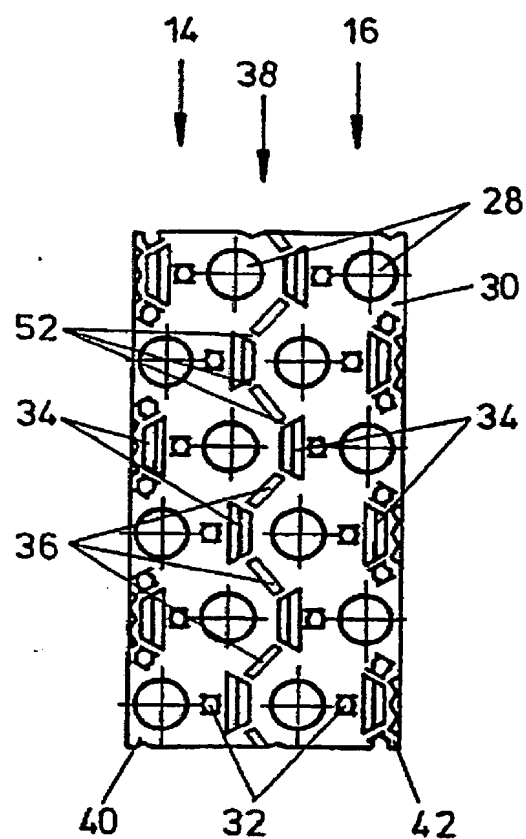


Fig. 7

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑲ Anmeldenummer: 90110618.7

⑤① Int. Cl.⁵: **F25B 39/04, F28F 1/32, F28F 13/14, //B60H1/32**

⑳ Anmeldetag: 05.06.90

③① Priorität: 06.06.89 DE 3918455
23.11.89 DE 3938842

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.12.90 Patentblatt 90/50

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB

⑦① Anmelder: **THERMAL-WERKE Wärme-, Kälte-, Klimatechnik GmbH**
Talhausstrasse 6 Postfach 16 80
D-6832 Hockenheim(DE)

⑦② Erfinder: **Haussmann, Roland, Dipl.-Ing.**
Ruländer Weg 28
D-6908 Wiesloch(DE)

⑦④ Vertreter: **Dr. Elisabeth Jung Dr. Jürgen Schirdewahn Dipl.-Ing. Claus Gernhardt**
P.O. Box 40 14 68 Clemensstrasse 30
D-8000 München 40(DE)

⑤④ **Verflüssiger für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage.**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht auf einen Verflüssiger für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage mit verrippten Wärmetauschrohren, durch die das Kältemittel im Kreuzstrom zu anströmender Umgebungsluft geführt ist, wobei die Wärmetauschrohren in mehreren in Anströmrichtung der Umgebungsluft hintereinander angeordneten Rohrreihen angeordnet sind, deren jeweilige Wärmetauschrohren im Kreuzgegenstrom verschaltet sind, die Rohrreihen in mehrere in Anströmrichtung der Umgebungsluft hintereinander angeordnete Baugruppen (14,16) unterteilt sind, deren Verrippungen wärmeleitmäßig entkoppelt sind, und die Baugruppen (14,16) kältemittelmäßig in Reihe im Gegenstrom zur Anströmrichtung der Umgebungsluft verschaltet sind. Nach der Erfindung ist vorgesehen, daß benachbarte Baugruppen (14,16) über ihre Verrippung mechanisch verbunden sind, und daß in einer Verbindungszone zwischen jeweils zwei benachbarten Baugruppen (14,16) aber die mittlere Wärmeleitfähigkeit λ_m unter 20 % der Wärmeleitfähigkeit des Materials der Verrippung der beiden benachbarten Baugruppen (14,16) liegt.

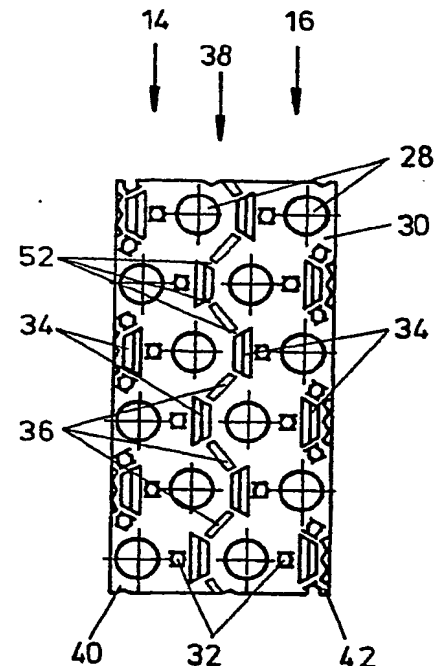


Fig. 7

Verflüssiger für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage

Die Erfindung bezieht sich auf einen Verflüssiger für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage mit verrippten Wärmetauschrohren, durch die das Kältemittel im Kreuzstrom zu anströmender Umgebungsluft geführt ist, wobei die Wärmetauschrohre in mehreren in Anströmrichtung der Umgebungsluft hintereinander angeordneten Rohrreihen angeordnet sind, deren jeweilige Wärmetauschrohre im Kreuzgegenstrom verschaltet sind. Dabei besteht vorzugsweise, jedoch nicht ausschließlich, die Verrippung aus Folien aus Al, Cu oder Legierungen dieser Materialien mit einer Stärke von weniger als 0,15 mm.

Derartige Verflüssiger für Fahrzeugklimaanlagen sind handelsüblich. Bisher hat man dabei alle Wärmetauschrohre mit einer gemeinsamen Verrippung mit Lamellen versehen, die gegebenenfalls auch schon zum Zwecke der Verbesserung des Wärmeübergangs mit ausstellerartigen Unterbrechungen war. Derartige ausstellerartige Unterbrechungen waren dabei jeweils so orientiert, daß ein optimaler Wärme fluß vom Rohr in den Aussteller der betreffenden Unterbrechung erfolgte. Derartige ausstellerartige Unterbrechungen verliefen dementsprechend längs der Verbindungslinie von Rohren derselben Rohrreihe oder längs der Verbindungslinie von direkt benachbarten Rohren benachbarter Rohrreihen. Dabei ist jedoch der Wärme fluß zwischen benachbarten Rohren derselben Rohrreihe oder direkt benachbarter Rohrreihen nicht gemindert. Darüber hinaus ist das Muster derartiger den Wirkungsgrad der Wärmeübertragung vergrößernder ausstellerartiger Unterbrechungen gleichmäßig über die ganze Verrippung verteilt.

Bei diesen bekannten Verflüssigern stellt sich in den Verrippungen zwischen benachbarten gegenläufig durchströmten Rohrreihen wegen deren gut wärmeleitender Verbindung ein mittleres Temperaturniveau ein, welches leistungsmindernd wirkt. Diese Leistungsminderung ist so ausgeprägt, daß ein Kreuzgegenstrom, welcher theoretisch erheblich höhere wirksame Temperaturdifferenz erzeugen kann, praktisch gegenüber einem einfachen Kreuzstrom kaum Leistungsverbesserung bringt. Dieser Effekt wird bei Verflüssigern für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage noch dadurch verstärkt, daß die Rohre benachbarter Rohrreihen (jeweils in Strömungsrichtung der Umgebungsluft gerechnet) sehr klein sind und dadurch der über die Verrippung übertragene Wärme fluß zwischen den Rohren benachbarter Rohrreihen besonders groß ist. Im vorliegenden Zusammenhang werden ausschließlich die besonders gravierenden Wärmeverluste über Wärmeleitung betrachtet, während die um eine Größenordnung etwa kleineren Wärmeverluste über Strahlung außer Betrachtung bleiben sollen.

Ein bekannter Verflüssiger (vgl. DE-GM 16 85 651) für das Kältemittel einer Kältemaschine - also nicht für den Einsatzzweck nach der Erfindung bei einer Fahrzeugklimaanlage - besteht je nach Leistungsanforderung aus einer Baugruppe oder mehreren gleichen Baugruppen, die dann gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 angeordnet und im Kreuzgegenstrom verschaltet sind. Alle Baugruppen enthalten jeweils nur eine Rohrreihe und sind körperlich und somit auch wärmeleitmäßig völlig voneinander getrennt.

Bei vollständiger mechanischer und damit automatisch auch wärmeleitmäßiger Entkopplung benachbarter Baugruppen ergeben sich Probleme mechanischer Festigkeit des ganzen Verflüssigers sowie erheblich höhere Herstellungskosten, da praktisch mindestens zwei gesonderte Verflüssiger hergestellt und strömungsmäßig auf möglichst gleichbleibendem kleinen Raum verbunden werden müssen. Diese Probleme verschärfen sich erheblich bei Verflüssigern für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage aufgrund der an nur geringes Raumangebot in Kraftfahrzeugen angepaßten kleinen Dimensionierungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Vorteile eines Betriebs im Kreuzgegenstrom auch für einen zum Einsatz in einer Fahrzeugklimaanlage bestimmten Verflüssiger eines Kältemittels nutzbar zu machen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verflüssiger mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verflüssiger erfolgt eine körperliche Vereinigung mehrerer Baugruppen, vorzugsweise aller, über eine gemeinsame Verrippung. Dadurch wird gerade bei den kleinen Dimensionierungen von Verflüssigern für Fahrzeugklimaanlagen die mechanische Festigkeit des ganzen Verflüssigers erhöht, der sogar einstückig hergestellt werden kann, mindestens jedoch unter Zusammenfassung mehrerer Baugruppen bzw. mehrerer Rohrreihen. Eine wärmeleitmäßige weitgehende Entkopplung wird dabei durch entsprechende Gestaltung der Verrippung zwischen den Baugruppen vorgenommen. Erst durch die Zusammenfassung der Baugruppen wird überhaupt eine Herstellung und Handhabung der kleindimensionierten Verflüssiger für Fahrzeugklimaanlagen, oder wenigstens von zusammengefaßten Teilen derselben, praktisch sinnvoll und möglich.

Denkbare Möglichkeiten einer wärmeleitmäßigen Entkopplung benachbarter Baugruppen an einer durchlaufenden Verrippung sind z.B. der Ein-

bau von Isolationsmaterial, eine Querschnittsschwächung, eine Widerstandsänderung durch Dotierung o.dgl. Derartige Möglichkeiten sind jedoch relativ aufwendig, so daß die Bauweise nach Anspruch 3 bevorzugt wird.

Bei der Bauweise nach Anspruch 3 kann das Material der Verrippung der Wärmetauschrohre benachbarter Baugruppen wie bei den bekannten Verflüssigern für Kraftfahrzeugklimaanlagen gleich sein. Durch geeignete Anordnung von Unterbrechungen längs der Verbindungszone zwischen den beiden Baugruppen wird jedoch dort der Wärme-
fluß durch Wärmeleitung signifikant herabgesetzt. Es hat sich gezeigt, daß selbst bei Ausbildung der Verrippung als Folien mit einer Stärke von weniger als 0,15 mm durch das Zusammenwirken dieser Folien als dichtes Paket noch eine hinreichende mechanische Festigkeit des ganzen Verflüssigers unter mechanischer Zusammenfassung der Baugruppen, im Grenzfall ohne jede zusätzliche Verfestigungsmaßnahme, erreicht werden kann. Darüber hinaus behält man den Vorteil, die Wärmetauschrohre verschiedener Baugruppen wie bei einem konventionellen Verflüssiger in einem Arbeitsgang verrippen zu können und so die Herstellungsvorteile der bekannten Verflüssiger beizubehalten. Bevorzugt werden dabei Bemessungen gemäß Anspruch 5, wobei aber auch noch wärmeleitmäßige Entkopplungen, die geringer sind als die Werte gemäß Anspruch 5, noch eine deutliche Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen Kältemittel und Umgebungsluft ergeben können.

Bei der praktisch bevorzugten Weiterbildung von Anspruch 3 gemäß Anspruch 4 nimmt der Lamellenbereich jeder Rohrreihe praktisch unmittelbar und praktisch ohne Wechselwirkung mit anderen Rohrreihen die Temperatur des Kältemittels der betreffenden Rohrreihe an. Es hat sich gezeigt, daß dabei überraschend ungewöhnlich hohe Wirkungsgradverbesserungen im Vergleich mit konventionellen besten vergleichbaren Verflüssigern erreicht werden können. Bei gleichem Materialeinsatz oder gleicher Bautiefe und gleichem luftseitigen Druckverlust lassen sich Wirkungsgradverbesserungen in der Größenordnung von 25 % erreichen, die beispielsweise in einer entsprechend geringeren Bautiefe bei gleicher Kühlleistung nutzbar gemacht werden können.

Bei allen Verflüssigern gemäß der Erfindung für Fahrzeugklimaanlagen wird bewußt von einer gleichmäßigen Auslegung der Verrippung aller Wärmetauschrohre abgegangen und stattdessen eine wärmeleitmäßige Entkopplung von mindestens zwei Baugruppen gewählt, welche im Betrieb des Kreuzgegenstroms jeweils in einer Gegensinnwende durchströmt werden. Dabei kann es im einzelnen offen bleiben, wie die Wärmetauschrohre in jeder einzelnen Baugruppe verschaltet sind, z.B. in

jeder Baugruppe im Kreuzstrom oder auch für sich im Kreuzgegenstrom. Man kann auch in jeder Baugruppe bekannte derartige Verschaltungselemente kombinieren. Im Grenzfall könnte man sogar jeder Rohrreihe eine Baugruppe zuordnen und jede Rohrreihe in einer Gegensinnwende durchströmen. Es hat sich jedoch gezeigt, daß man für praktische Anwendungen meist mit nur zwei wärmeleitmäßig entkoppelten Baugruppen auskommen kann, selbst wenn diese Baugruppen einzeln oder beide mehr als eine Rohrreihe enthalten. Bevorzugt sind dabei drei oder vier Rohrreihen, wobei im erstgenannten Fall eine Rohrreihe in einer Baugruppe und die beiden anderen Rohrreihen in einer zweiten Baugruppe angeordnet sind, während im zweitgenannten Fall in jeder der beiden Baugruppen zwei Rohrreihen angeordnet werden.

Bei einem erfindungsgemäßen Verflüssiger für Fahrzeugklimaanlagen kann sich nicht mehr eine mittlere Temperatur in einer gemeinsamen Verrippung benachbarter Wärmetauschrohre aus verschiedenen Baugruppen einstellen, sondern es erfolgt zwischen den beiden Baugruppen ein mehr oder minder ausgeprägter Temperatursprung, der im Grenzfall einer mechanisch vollständigen Trennung der Verrippungen benachbarter Baugruppen am deutlichsten ist.

Die wirksame Temperaturdifferenz zwischen dem Kältemittel einerseits und der Umgebungsluft andererseits läßt sich bei Auslegung des Verflüssigers gemäß Anspruch 18 noch einmal signifikant erhöhen. Dabei werden für die beiden angesprochenen Baugruppen vorzugsweise Bemessungen gemäß den Ansprüchen 19 und 20 verwendet. Die Bedeutung dieser Maßnahmen wird später anhand von Funktionsdiagrammen der wesentlichen Parameter (Fig. 9 bis 11) noch mehr im einzelnen erläutert. Aus der DE-AS 1 072 257 ist es an sich bekannt, längs des Strömungswegs des Kältemittels die Anzahl parallel durchströmter Rohre so zu ändern, daß der Druckgradient über den gesamten Strömungsweg im wesentlichen konstant ist.

Gemäß den Ansprüchen 6 bzw. 7 kann bei den Unterbrechungen in der Verbindungszone zwischen benachbarten Baugruppen das Material der Verrippung entfernt, insbesondere ausgestanzt, sein. In diesem Fall wird man vorzugsweise schmale Schlitzze verwenden, um möglichst wenig Verrippungsmaterial einzubüßen. Man kann aber auch gemäß den Ansprüchen 9 und 10 das Material der Verrippung im Bereich der Unterbrechungen mit zu Ausstellern nutzen, die zusätzlich den Wärmeübergang zwischen Kältemittel und Umgebungsluft fördern.

Es hat sich gezeigt, daß man nicht alle Unterbrechungen innerhalb der Verbindungszone zwischen benachbarten Baugruppen neu schaffen muß, sondern daß man die früher erwähnten bekannten ausstellerartigen Unterbrechungen, die bis-

her nur zur Förderung des Wärmeübergangs vorgesehen waren, in die wärmeleitmäßige Entkopplung der beiden benachbarten Baugruppen mit einbeziehen kann (Anspruch 11).

Bei der Ausbildungsform nach Anspruch 11 sieht Anspruch 12 vorzugsweise vor, daß die an sich bekannten Unterbrechungen an Jalousien ausgebildet sind, während die übrigen Unterbrechungen, die zur wärmeleitmäßigen Separierung der Rohrreihen zusätzlich vorgesehen sind, als einfache Wärmeleitunterbrechungen ohne Jalousieausbildung ausgebildet sein können. Hierzu wird insbesondere auf die alternativen Möglichkeiten von Fig. 8 hingewiesen.

Es ist möglich, die Verbindungszone zwischen benachbarten Baugruppen als gerade Linie oder geradlinige Zone zu wählen, die parallel zu den Rohrreihen verläuft. Anspruch 13 zeigt aber, daß auch ein polygon- oder wellenförmiger, also insbesondere aus geradlinigen Abschnitten oder Kurvenabschnitten zusammengesetzter, Verlauf der Verbindungszone zwischen benachbarten Baugruppen sogar bevorzugt sein kann. Dies gilt insbesondere für den Fall, daß die Rohre in Strömungsrichtung der Umgebungsluft gegeneinander versetzt sind und an sich bekannte ausstellerartige Ausnehmungen bekannter Art für die Erhöhung des Wärmeübergangs in die zur wärmeleitmäßigen Entkopplung zwischen benachbarten Baugruppen vorgesehene Folge der Ausnehmungen mit einbezogen sind (Anspruch 3).

Verschiedene mögliche Anordnungsweisen der Unterbrechungen sind für diesen Fall in den Ansprüchen 14 bis 16 angesprochen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen an mehreren Ausführungsbeispielen noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Rundrohrlamellenwärmetauscher mit Prinzipschaltbild a) und perspektivischer Darsteller der Lamellenblöcke ohne Verschaltung in der Variante b);

Fig. 2 einen Flachrohrverflüssiger in perspektivischer Ansicht mit Verschaltungsdarstellung;

die Fig. 3 bis 5 verschiedene Ausführungsformen eines Rundrohrverflüssigers mit Darstellung bevorzugter Verschaltungen der das Kältemittel führenden Wärmetauschrohre; und

Fig. 4b eine schematische Darstellung der Verschaltung der Wärmetauschrohre eines vierreihigen Verflüssigers mit vier Baugruppen. Soweit dabei die Baugruppen in den Fig. 1 bis 5 körperlich getrennt dargestellt und beschrieben sind, ist eine gemeinsame Lamellenverrippung mit wärmeleitmäßiger Entkopplung im Sinne der Erfindung ergänzt zu denken.

Es zeigen ferner

die Fig. 6 und 7 in Draufsicht auf eine gemeinsame Lamelle zwei verschiedene Anordnun-

gen von Unterbrechungen in der Verbindungszone zwischen benachbarten Baugruppen unter Einbeziehung von an sich bekannten ausstellerartigen Unterbrechungen für die Erhöhung des Wärmeübergangs;

Fig. 8 mögliche Bauformen solcher Unterbrechungen, welche im Rahmen der Erfindung zusätzlich zur wärmeleitmäßigen Entkopplung vorgesehen sind, in drei Varianten a), b) und c) als ausstellerartige Unterbrechungen, wie sie insbesondere in der Fig. 7 dargestellt sind, oder in der Variante d) als einfacher Schlitz, wie er insbesondere in Fig. 6 dargestellt ist; Ausbildungen mit ausstellerartigen Unterbrechungen in der Anordnung nach Fig. 6 oder mit schlitzförmigen Unterbrechungen wie bei der Ausführungsform nach Fig. 7 sind jedoch ebenfalls möglich;

die Fig. 9 bis 11 drei Funktionsdiagramme; dabei

Fig. 11b ein Kältemittelzustandsdiagramm, in welchem Kältemittelkreisläufe eingetragen sind, welche den anhand der Fig. 10 und 11 diskutierten verschiedenen Auslegungen des Verflüssigers in bezug auf den kältemittelseitigen Druckverlust entsprechen;

Fig. 12 in Anlehnung an Fig. 7 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Lamelle eines Verflüssigers;

Fig. 13 einen Schnitt nach der Linie B-B in Fig. 12; und

die Fig. 14 und 15 schematisierte Verschaltungen der Kältemittel führenden Rohre des Standes der Technik, von dem die Erfindung ausgeht, und zwar nach Fig. 14 im Kreuzstrom und nach Fig. 15 im Kreuzgegenstrom.

In den zur Veranschaulichung der bekannten Verflüssiger vorgesehenen Fig. 14 und 15 ist die Anströmrichtung der Umgebungsluft durch die Pfeile A veranschaulicht. In beiden Ausführungsbeispielen sind vier Rohrreihen quer zur Anströmrichtung angeordnet.

Im Kreuzstrombetrieb gemäß Fig. 14 wird das Kältemittel durch einen Anschluß 2 in einen Sammler 4 eingeleitet, an den die vier Reihen von verrippten Wärmetauschrohren 6 eingangsseitig angeschlossen sind. Alle Wärmetauschrohre 6 haben dabei eine gemeinsame gleichmäßig ausgebildete Verrippung. Ausgangsseitig sind die vier Reihen von Wärmetauschrohren 6 an einen weiteren Sammler 8 angeschlossen, der mit einem Auslaß 10 des Kältemittels versehen ist. Man erkennt, daß das Kältemittel in den vier Reihen parallel vom Sammler 4 zum Sammler 8 strömt und dabei die anströmende Umgebungsluft kreuzt.

In Fig. 15 ist dieselbe Konfiguration von verrippten Wärmetauschrohren 6 im Kreuzgegenstrom in bezug auf die anströmende Umgebungsluft ver-

schaltet. Dabei sind zwischen den beiden eingangs- und ausgangsseitigen Sammlern 4 und 8 vier Gegensinnwenden dargestellt, in denen das Kältemittel einerseits die anströmende Umgebungsluft kreuzt und andererseits im Gegenstrom zu diesem vom eingangsseitigen Sammler 4 zum ausgangsseitigen Sammler 8 geführt ist.

In der dargestellten Ausführungsform verbindet jede Gegensinnwende jeweils nur zwei benachbarte Rohre einer Reihe. Es ist ebenso bekannt, zur Erhöhung des Druckverlustes in jedem durchströmten Zweig zwischen den Sammlern 4 und 8 die Anzahl der Rohre pro Reihe zu erhöhen bis zu dem Grenzfall, daß zwischen dem eingangsseitigen Anschluß 2 und dem Auslaß 10 nur eine einzige Rohrschlange bzw. Gegensinnwende angeordnet ist.

Die gemeinsame Verrippung aller Wärmetauschröhre durch Folien insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung mit einer Stärke von weniger als 0,15 mm, üblicherweise bis etwa 0,1 mm, ist mit 12 dargestellt.

Die bekannten Ausführungsformen der Fig. 14 und 15 beziehen sich speziell auf Rundrohrwärmetauscher.

In Fig. 1 wird nun die Erfindung ebenfalls anhand eines Rundrohrwärmetauschers veranschaulicht.

Hier ist der Verflüssiger in zwei Baugruppen 14 und 16 aufgeteilt, von denen jede ohne Beschränkung der Allgemeinheit jeweils zwei Rohrreihen enthält. Es ist dabei der Sonderfall von nur zwei Baugruppen 14 und 16 angesprochen, von denen die Baugruppe 14 an der Eintrittsseite des Kältemittels und die Baugruppe 16 an der Austrittsseite des Kältemittels angeordnet ist, wobei beide Baugruppen als Gegensinnwende geschaltet sind (Darstellungsvariante a)).

In der dargestellten Ausführungsform hat dabei jede Baugruppe für sich eine eigene Verrippung mit Folien aus Al, Cu oder Legierungen dieser Materialien mit einer Stärke von weniger als 0,15 mm bis nach derzeitiger Walztechnik minimal 0,08 mm. Dieselbe Verschaltungsweise kann jedoch auch bei Baugruppen vorgesehen sein, die gemäß später noch zu erörternden Ausführungsbeispielen gemeinsame Verrippung aus derartigen Folien besitzen.

In Fig. 2 ist die Verschaltung gemäß Fig. 1 auf zwei Baugruppen 14 und 16 übertragen, die hier als Flachrohrwärmetauscher ausgebildet sind und ebenfalls jeweils für sich eigene Lamellenverrippungen mit Folien besitzen, die hier zweckmäßig Stärken zwischen 0,15 und 0,25 mm besitzen.

Sowohl bei der Ausführungsform nach Fig. 1 als auch bei der nach Fig. 2 ist die Strömungsrichtung des Kältemittels durch Pfeile B gekennzeichnet.

Die die Gegensinnwende beschreibende Rohrverbindung zwischen den beiden Baugruppen 14 und 16 ist ebenfalls bei beiden Ausführungsbeispielen mit 18 bezeichnet.

5 Während in Fig. 1 die Verschaltung der Rohre der jeweiligen Baugruppe 14 oder 16 offen gelassen ist, ist die Verschaltung bei der Ausführungsform nach Fig. 2 in reinem Kreuzstrom in der jeweils einzelnen Baugruppe 14 bzw. 16 vorgesehen.

10 Durch unterschiedliche Darstellung der Stärke der beiden Baugruppen in Fig. 1 soll veranschaulicht werden, daß die vom Kältemittel zuerst durchströmte erste Baugruppe 14 mit relativ geringem kälteseitigen Druckverlust und die vom Kältemittel nachfolgend durchströmte zweite Baugruppe 16 mit relativ hohem kälteseitigen Druckverlust ausgelegt ist.

15 Eine entsprechende Auslegung ist bei dem Flachrohrverflüssiger gemäß Fig. 2 durch die Verschaltung der einzelnen Wärmetauschröhre in der jeweiligen Baugruppe 14 und 16 noch verdeutlicht. Der relativ geringe Druckverlust wird hier dadurch gewonnen, daß Gruppen verhältnismäßig großer Anzahl von Wärmetauschrohren, hier mit den Anzahlen 5, 4, 4 und 3, zwischen einzelnen Abteilungen 20 des eingangsseitigen Sammlers 22 hin- und hergeführt werden, wobei die Abteilungen der Sammler durch Zwischenwände 24 abgeteilt sind. In der ausgangsseitigen zweiten Baugruppe 16 ist eine entsprechende Hin- und Herführung von Rohrgruppen vorgesehen, wobei jedoch jede Rohrgruppe nur jeweils zwei Rohre aufweist. Dies ist dadurch realisiert, daß zwei parallel laufende Rohrschlangen ineinandergeschachtelt sind und jeweils durch einfache Rohrbögen miteinander verbunden sind. Durch die Reduzierung der Anzahl der Rohre pro Gruppe ist hier selbst bei gleichbleibendem Querschnitt der einzelnen Wärmetauschröhre 6 eine erhebliche Vergrößerung des Druckverlustes in der Baugruppe 16 relativ zur Baugruppe 14 erhalten. Man erkennt somit, daß die Anforderungen an den Druckverlust in der jeweiligen Rohrgruppe auch ohne Querschnittsveränderungen der Wärmetauschröhre allein durch Verschaltungsmittel erreichbar sind.

In den speziellen Verschaltungen der Fig. 3, 3a, 4 und 5 sind bevorzugte Schaltungsbilder der einzelnen Baugruppen dargestellt, und zwar bei den Ausführungsformen der Fig. 3, 3a und 4 jeweils an einem vierreihigen Verflüssiger und bei der Ausführungsform nach Fig. 5 an einem dreireihigen Verflüssiger.

Bei der ersten Ausführungsform nach Fig. 3 sind in der ersten Baugruppe 14 Kältekreisläufe parallelgeschaltet, wie dies in Fig. 13 bei dem bekannten Verflüssiger für diesen insgesamt dargestellt ist und nicht nur wie in Fig. 3 für eine Bau-

gruppe.

In Fig. 3 ist die zweite Baugruppe von nur zwei parallelgeschalteten Kreisläufen gebildet, so daß dadurch wiederum bei gleichbleibendem Innenquerschnitt der Wärmetauschrohre 6 in der Baugruppe 16 relativ zur Baugruppe 14 der Druckverlust wesentlich erhöht wird.

Fig. 3a variiert diese grundsätzliche Hintereinanderschaltung von vier Kreisläufen mit zwei Kreisläufen noch dadurch, daß in der Baugruppe 16 noch eine Stufe mit erneut erhöhtem Druckverlust mit eingebaut wird, indem eingangsseitig wie im Falle der Fig. 3 zwei Strömungskreisläufe parallelgeschaltet werden, die jedoch ausgangsseitig an einen einzigen Strömungskreislauf angeschlossen sind.

In nicht dargestellter Weise könnte man Parallelschaltungen nach Art der Baugruppe 14 auch im Eingangsbereich der Baugruppe 16 fortsetzen oder aber Schaltungsmaßnahmen der bei der Baugruppe 16 dargestellten Art schon in der Baugruppe 14 beginnen.

Bei den beiden Ausführungsformen der Fig. 3 und 3a ist zwischen den beiden Baugruppen 14 und 16 jeweils ein Zwischensammler 22 zwischengeschaltet.

In Fig. 4a ist zunächst veranschaulicht, daß die Schaltungsmaßnahme gemäß Fig. 3 mit vier Kreisläufen in der Baugruppe 14 und zwei Kreisläufen in der Baugruppe 16 auch durch andersartige Rohrverschaltung gewonnen werden kann. Darüber hinaus ist auf einen Zwischensammler verzichtet, indem die einzelnen Kreisläufe der Baugruppe 14 paarweise durch sogenannte Dreifüße 26 in die zwei weiterführenden Kreisläufe strömungsmäßig überführt werden.

Es versteht sich, daß die geschilderten Schaltungsmaßnahmen auch bei anderen Anzahlen der Kreisläufe in den einzelnen Baugruppen analog realisiert werden können. Die hier dargestellten Anzahlen und Konfigurationen sind jedoch bevorzugt.

In Fig. 4b ist derselbe Verflüssiger wie in Fig. 4a, jedoch in konsequenter Anwendung der Ansprüche 1 und 3, dargestellt.

Die dargestellten vier Rohrreihen sind alle wärmeleitmäßig durch einzelne Baugruppen 54, 56, 58 und 60 entkoppelt.

Zusätzlich wird von den Baugruppen 54, 56 auf 58, 60 der kältemittelseitige Druckverlust durch Zusammenschaltung von jeweils parallelen Kreisläufen 62 auf einen Kreislauf mittels Dreifuß 26 erhöht.

Bei einem derart verschalteten Verflüssiger ist der Kurzschlußwärmestrom zwischen den Wärmetauschrohren in der Lamelle minimal.

Das gilt auch für die besonders kompakte nur dreireihige Ausführungsform nach Fig. 5.

Hier ist die Baugruppe 14 analog der von Fig. 3 gewählt. Es erfolgt hier jedoch ein strömungsmä-

ßiger Übergang des Kältemittels von den vier parallelen Kreisläufen der kältemittelmäßig ersten Baugruppe 14 in nur einen einzigen Kreislauf der Baugruppe 16.

Bei allen Ausführungsformen der Fig. 1 bis 5 ist eine gemeinsame Lamellenverrippung mit wärmeleitmäßig weitgehender Entkopplung hinzuzudenken, wie sie anhand der nachfolgenden Fig. 6, 7 oder 12 und 13 im einzelnen beschrieben ist.

In den Fig. 6 und 7 ist jeweils eine Draufsicht auf eine einzelne Wärmetauschlamelle für eine vierreihige Anordnung von hier nicht dargestellten Wärmetauschrohren dargestellt. Jeweils ein Wärmetauschrohr eines Rohrbündelwärmetauschers wird in üblicher Weise in einer Aufnahmeöffnung 28 der Lamelle 30 angeordnet, welche Teil der Verrippung 12 ist. Die Öffnungen können in üblicher Weise beispielsweise mit Verbindungshülsen zum Anschluß an das jeweilige Wärmetauschrohr ausgebildet sein. Man kann sich die einzelnen Aufnahmeöffnungen 28 dabei stellvertretend für die Anordnung der Sammeltauschrohre vorstellen.

Die einzelnen Lamellen 30 werden in üblicher Weise durch aus der Lamelle herausgearbeitete Distanzhalter 32, beispielsweise herausgestellte Lappen des Lamellenmaterials, in gegenseitigem Abstand gehalten.

Aus der Anordnung der Aufnahmeöffnungen 28 erkennt man zunächst die Zuordnung zu solchen Verflüssigern, bei denen in Strömungsrichtung der Umgebungsluft die Wärmetauschrohre 6 jeweils hälftig auf Lücke versetzt sind.

In der Lamelle 38 sind zunächst an sich zur Erhöhung des Wärmeübergangs bekannte ausstelerartige Durchbrechungen 34 angeordnet, die sich zwischen benachbarten Aufnahmeöffnungen 28 jeweils längs einer Rohrreihe erstrecken und damit auch quer zu solchen Anschlußöffnungen liegen, welche in der jeweils übernächsten Rohrreihe benachbart sind. Man erkennt dabei sowohl in der Ausführungsform nach Fig. 6 als auch in der nach Fig. 7, daß derartige Unterbrechungen 34 nicht in der Lage sind, benachbarte Rohre aus benachbarten Rohrreihen voneinander wärmeleitmäßig zu entkoppeln.

Für den Zweck dieser wärmeleitmäßigen Entkopplung sind zusätzliche Unterbrechungen 36 vorgesehen, welche bei der Ausführungsform nach Fig. 6 parallel zu den Unterbrechungen 34 zwischen den beiden innen liegenden Rohrreihen verlaufen, bei der Ausführungsform nach Fig. 7 jedoch zusammen mit den Unterbrechungen 34 einen Polygonzug beschreiben bzw. unter 45° zur Erstreckung der Reihen von Aufnahmeöffnungen 28 angeordnet sind.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 6 ist die wärmeleitmäßige Entkopplung noch zusätzlich dadurch vergrößert, daß die Unterbrechungen 34 und

36 einander überlappend angeordnet sind. Man kann jedoch einen guten Effekt auch noch ohne diese Überlappung erreichen, wenn auch die Überlappung wegen der Erhöhung des Wärmeleitwiderstandes bevorzugt ist.

Die Folge der Unterbrechungen 34 und 36 beschreibt dabei die Erstreckungsrichtung einer Verbindungszone 38 zwischen den beiden Baugruppen 14 und 16 und den diesen jeweils zugeordneten Bereichen 40 und 42 der Lamelle 30.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit sind bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 die Unterbrechungen 36 als einfache Schlitz 44 nach Art der Variante d) von Fig. 8 ausgebildet.

Die Varianten a), b) und c) stellen bevorzugte Ausbildungen der in Fig. 7 eingezeichneten ausstellerartigen zusätzlichen Unterbrechungen 36 dar, die im übrigen aber auch bei den Unterbrechungen 34 an sich bekannt sind.

Bei der Variante a) sind die Materialaussteller einseitig aus der Lamelle 30 ausgebogene, vorzugsweise gemeinsam jalousieförmig angeordnete, Stege 46.

Bei den Varianten b) und c) sind hingegen die Materialaussteller beidseitig über Schnittstellen 48 aus der Verrippung ausgeschnitten, so daß hervorgehobene dachartige Teile 50 entstehen, die jeweils nur stirnseitig mit der Lamelle 30 einstückig verbunden sind. Die Variante b) beschreibt hier ein Flachdach und die Variante c) ein Giebedach, wobei vielfältige Formen möglich und auch im Zusammenhang mit den Unterbrechungen 34 üblich sind. Dementsprechend können auch die Unterbrechungen 34 alle in Fig. 8, Varianten a) bis c), gewählten Formen haben. Im Grenzfall könnte man an diesen Stellen auch einfache Schlitz 44 gemäß der Variante d) abweichend von der Üblichkeit vorsehen, so daß dann sowohl die Unterbrechungen 34 als auch die Unterbrechungen 36 lediglich zur wärmeleitmäßigen Entkopplung dienen.

Dies gilt gleichermaßen sowohl für die Ausführungsformen der Fig. 6 als auch die der Fig. 7. Analog läßt sich die Anordnung auch auf dreireihige Lamellen oder solche mit anderer Reihenanzahl übertragen.

Die Unterbrechungen 36 und bei Einbeziehung der an sich bekannten Unterbrechungen 34 auch diese sind längs der Verbindungszone 38 jeweils durch relativ schmale Verbindungsstege 52 voneinander getrennt, so daß der Wärme fluß allein durch diese schmalen Verbindungsstege erfolgt und dadurch die mittlere Wärmeleitfähigkeit längs der Verbindungszone 38 entsprechend dem Verhältnis zwischen Unterbrechung und Verbindungssteg reduziert ist.

In Fig. 9 ist der Temperaturverlauf der durch den Verflüssiger strömenden Umgebungsluft und des zur Umgebungsluft im Kreuzgegenstrom mit

drei Gegensinnwenden geführten Kältemittels dargestellt. Dabei ist das Kältemittel in den Rohren innerhalb einer Baugruppe im Kreuzstrom zur Luft und von Baugruppe zu Baugruppe in Gegensinnwenden, d.h. im Gegenstrom zur Luft, geführt. Innerhalb einer Baugruppe kann das Kältemittel auch im Kreuzgegenstrom mit einer oder zwei Gegensinnwenden geführt werden, wenn die Baugruppe aus mehr als einer Rohrreihe besteht. Jedoch wird durch den geringen Abstand der benachbarten Rohre verschiedener Rohrreihen die unterschiedliche Temperatur durch die Lamelle gemittelt, so daß die im Gegensatz zur reinen Kreuzstromführung der Rohre erhöhte Temperaturdifferenz bei Kreuzgegenstrom nicht wirksam wird.

In Fig. 9 ist daher die für die wirksame Temperaturdifferenz optimierte Lösung dargestellt, bei der jede Rohrreihe eins bis vier gemäß Fig. 4b jeweils einer Baugruppe 54, 56, 58, 60 zugeordnet ist.

Bei einer derartigen Aufteilung eines z.B. vierreihigen Verflüssigers in ebenfalls vier Baugruppen 54, 56, 58 und 60 kann sich die in Durchströmungsrichtung des Kältemittels gemäß Fig. 9 abnehmende Kältemitteltemperatur nicht durch Kurzschlußwärmeströme in der Verrippung ausgleichen, sondern es stellt sich der in Fig. 9 durchgezogene Kurvenzug als Verrippungstemperatur ein, der unterhalb dem ebenfalls dargestellten Kältemitteltemperaturverlauf liegt.

Bei einem im Kreuzgegenstrom verschalteten Verflüssiger nach dem Stand der Technik gemäß Fig. 13 ist, unter Voraussetzung, daß dieselbe Austrittstemperatur erreicht werden soll, die Verrippungstemperatur im Mittel erheblich niedriger, da die Wärme in der Lamelle von den Wärmetauschrohren mit höherer Temperatur am Verflüssigereintritt zu den Wärmetauschrohren niedrigerer Temperatur am Verflüssigeraustritt strömt.

Die wirksame Temperaturdifferenz kann anschaulich durch die Fläche zwischen dem Verrippungs- und dem Lufttemperaturverlauf dargestellt werden.

In Fig. 9 ist der Zuwachs der wirksamen Temperaturdifferenz eines gemäß den Ansprüchen 1 und 3 verschalteten Verflüssigers gegenüber einem ebenfalls in Kreuzgegenstrom verschalteten Verflüssiger nach dem Stand der Technik als schraffierte Fläche (A1) dargestellt.

Im Gegensatz zur wirksamen Temperaturdifferenz eines gemäß dem Stand der Technik verschalteten Verflüssigers, die durch die schraffiert dargestellte Fläche (A2) dargestellt wird, wird durch den erfindungsgemäßen Verflüssiger mehr als eine Verdopplung der wirksamen Temperaturdifferenz erreicht. Da der dargestellte Temperaturverlauf einem mittleren Betriebszustand einer Fahrzeugklimaanlage entspricht, ist bei kleineren Luftgeschwindigkeiten, d.h. einer stärkeren Lufterwär-

mung, ein noch größerer Zuwachs an wirksamer Temperaturdifferenz durch den erfindungsgemäßen Verflüssiger möglich.

In den Fig. 10 und 11 sind Optimierungskriterien für den kältemittelseitigen Druckverlust dargestellt. Der sich bei unterschiedlichen kältemittelseitigen Druckverlusten einstellende Temperaturverlauf im Kältemittelkreislauf ist im Kältemittelzustandsdiagramm in Fig. 11b gezeigt.

Der kältemittelseitige Druckverlust muß in jeder einzelnen Baugruppe so gewählt werden, daß die Austrittstemperatur des verflüssigten Kältemittels t_{KA} im Bereich von deren Minimum t_{KA1} bis zum Minimum der Sättigungstemperatur t_{KE1} des in den Verflüssiger eintretenden Kältemittels liegt.

Die Fig. 10, 11a und 11b werden nachfolgend anhand von Beispielen erläutert.

Wählt man eine Auslegung mit sehr kleinem kältemittelseitigen Druckverlust, z.B. 0,05 bar, so ist der innere Wärmeübergangskoeffizient α , der in Fig. 10 über dem kältemittelseitigen Druckverlust qualitativ aufgetragen ist, minimal.

Aus dem minimalen kältemittelseitigen Druckverlust Δp_K resultiert eine maximal wirksame mit Δt_{log} in Fig. 10 bezeichnete Temperaturdifferenz zwischen dem Kältemittel einerseits und der Umgebungsluft andererseits, da die Sättigungstemperatur im Verlauf des Strömungsweges des Kältemittels nicht abnimmt. Andererseits ist die Wärmedurchgangszahl (in Fig. 10 mit K bezeichnet) durch den minimalen inneren Wärmeübergangskoeffizienten klein.

Das für die Verflüssigerleistung entscheidende Produkt von Wärmedurchgangszahl mit der wirksamen Temperaturdifferenz (in Fig. 10 mit $K \cdot \Delta t_{log}$ bezeichnet) erreicht daher bei 0,05 bar kältemittelseitigem Druckverlust nicht den maximalen Wert.

Aus diesem Grund wird in einem vorgegebenen Kältemittelkreislauf einer Fahrzeugklimaanlage bei konstanten Betriebsbedingungen auch nicht die minimale Verflüssigungstemperatur am Eintritt (in Fig. 11a mit t_{KE} bezeichnet) erreicht, da aufgrund der kleineren Wärmedurchgangszahl K bei sonst konstanten Bedingungen (wie äußere Fläche, Umgebungstemperatur etc.) die Sättigungstemperatur des Kältemittels t_{KE} und der Sättigungsdruck p_{KE} höher sein müssen als bei einer Auslegung mit höherer Wärmedurchgangszahl. Durch den geringen kältemittelseitigen Druckverlust wird zusätzlich eine für die Innenraumabkühlung des Kraftfahrzeugs erwünschte Absenkung der Kältemittelaustrittstemperatur (die in Fig. 11a mit t_{KA} bezeichnet ist) verhindert.

Der Kältemittelkreisprozeß, der sich bei einem Verflüssiger mit kleinen kältemittelseitigen Druckverlusten, z.B. von 0,05 bar, einstellt, ist im Kältemittelzustandsdiagramm in Fig. 11b dargestellt.

Fig. 11b zeigt die Grenzkurve für den flüssigen

Zustand und die Grenzkurve für den gasförmigen Zustand, die im kritischen Punkt aufeinandertreffen und auch mit "Sättigungslinien" bezeichnet werden können.

Der Zustand des Kältemittels wird in erster Linie durch den Kältemitteldruck P und die Enthalpie h beschrieben, die in Fig. 11b als Ordinate bzw. Abszisse aufgetragen sind. Es stellen dar:

Punkt A: Eintritt in den Verdampfer;

Punkt B: Austritt aus dem Verdampfer bzw. Eintritt in den Verdichter;

Punkt C: Austritt aus dem Verdichter bzw. Eintritt in den Verflüssiger;

Punkt D: Austritt aus dem Verflüssiger bzw. Eintritt in das Drosselorgan des Kältemittelkreislaufes.

Der bei Verflüssigern mit 0,05 bar kältemittelseitigem Druckverlust sich einstellende Kreisprozeß ist in Fig. 11b mit A, B, C und D bezeichnet, wobei die Richtung des Kältemittelkreislaufes mit einem Pfeil gekennzeichnet ist. Von den drei dargestellten Kältekreisläufen wird ein mittlerer Eintrittsdruck p_{KE} bei Punkt C erreicht, während der Austrittsdruck p_{KA} und damit auch die durch die Dampfdruckkurve zugeordnete Sättigungstemperatur im Punkt D weitaus am höchsten ist. Da die Unterkühlung des flüssigen Kältemittels auf Werte unterhalb der dem Druck entsprechenden Sättigungstemperatur bei allen Verflüssigerkonstruktionen, deren flüssiges Kältemittel ungehindert aus dem Verflüssiger abfließen kann, vergleichbare Werte einnimmt, ist auch die thermometrisch am Austritt des Verflüssigers gemessene Kältemittelaustrittstemperatur vergleichsweise hoch. Da die Enthalpie h mit der Temperatur des flüssigen Kältemittels ansteigt, ist die Eintrittsenthalpie des Kältemittels in den Verdampfer in Punkt A ebenfalls am höchsten.

Aus diesem Grunde steht im Verdampfer bei konstanter Überhitzung des aus dem Verdampfer austretenden Kältemittels (Punkt B) eine vergleichsweise geringe Enthalpiedifferenz Δh_0 zur Wärmeaufnahme zur Verfügung, so daß pro kg vom Verdichter umgewälzten Kältemittels weniger Wärme aufgenommen werden kann als bei den beiden anderen mit ' bzw. " bezeichneten Kältemittelkreisprozessen. Dies führt wiederum bei sonst konstanten Bedingungen zu einem vergleichsweise hohen Verdampfungsdruck (Punkte A und B) mit daraus resultierender höherer Luftaustrittstemperatur aus dem Verdampfer und schließlich vergleichsweise hoher Innenraumtemperatur.

Erhöht man den kältemittelseitigen Druckverlust auf den für den Verflüssiger optimalen und in den Fig. 10 und 11a mit t_{KE1} bezeichneten Wert von ca. 0,7 bar, so fällt die wirksame Temperaturdifferenz in Fig. 10 zwar ab, andererseits nimmt der innere Wärmeübergangskoeffizient α_1 und damit auch die Wärmedurchgangszahl K jedoch zu.

Da gemäß Fig. 10 von 0,05 bar kältemittelseitigem Druckverlust bis zum Druckverlust 0,7 bar die Zunahme der Wärmedurchgangszahl größer als die Abnahme der wirksamen Temperaturdifferenz ist, erreicht das für die Verflüssigerleistung entscheidende Produkt von wirksamer Temperaturdifferenz mit der Wärmedurchgangszahl $K \cdot \Delta t_{\log}$ beim kältemittelseitigen Druckverlust t_{KE1} gemäß Fig. 10 sein Maximum, welches wie schon erläutert gleichbedeutend ist mit dem Minimum der Sättigungstemperatur am Eintritt des Verflüssigers t_{KE} gemäß Fig. 11a. Durch den bei t_{KE1} um 0,65 bar höheren kältemittelseitigen Druckverlust kommt es zu einer weiteren Absenkung der Sättigungstemperatur am Verflüssigeraustritt t_{KA} .

Betrachtet man den zuletzt beschriebenen Kältemittelverflüssiger im gesamten Kältekreislauf gemäß Fig. 11b, so erkennt man den minimalen Kältemittelintrittsdruck p_{KE} , der gleichbedeutend ist mit der minimal gesättigten Kältemittelintrittstemperatur t_{KE1} in Punkt C', und den durch das Gefälle nach links dargestellten Druckverlust Δp_K des Verflüssigers mit der Folge, daß der Austrittsdruck p_{KA} und die Kältemittelaustrittstemperatur niedriger sind, wodurch die dem Verdampfer zur Verfügung stehende Enthalpiedifferenz h_o größer als bei einem Verflüssiger mit 0,05 bar kältemittelseitigem Druckverlust ist.

Wie schon erläutert, resultiert daraus eine vergleichsweise niedrigere Verdampfungs-, Luftaustritts- sowie Fahrzeuginnenraumtemperatur.

Eine darüber hinausgehende Absenkung der Verflüssigeraustrittstemperatur t_{KA} läßt sich durch eine weitere Erhöhung des kältemittelseitigen Druckverlustes von t_{KE1} auf t_{KE2} erreichen.

Bei dieser Dimensionierung ist jedoch die von $K \cdot \Delta t_{\log}$ bestimmte Verflüssigerleistung nicht mehr maximal, da die wirksame Temperaturdifferenz stärker abnimmt als die Wärmedurchgangszahl zunimmt, so daß auch die Sättigungstemperatur am Verflüssigereintritt ansteigt (siehe Punkt C'' in Fig. 11b).

Werden jedoch Verdichter mit "steiler Kennlinie", d.h. nahezu förderdruckunabhängigem Fördervolumenstrom, eingesetzt, so reduziert der gemäß der Dampfdruckkurve mit der Sättigungstemperatur t_{KE} ansteigende Kältemittelintrittsdruck p_{KE} nicht den Kältemittelmassenstrom, so daß die aus der Kältemittelaustrittstemperatur aus dem Verflüssiger (Punkt D'' in Fig. 15) resultierende maximale Enthalpiedifferenz Δh_o des Kältemittels im Verdampfer zu einer weiteren Absenkung des Verdampfungsdrucks in Punkt A'' und B'' und damit zu der minimal möglichen Luftaustrittstemperatur aus dem Verdampfer sowie maximal möglichen Innenraumabkühlung führt.

Bei dem in den Fig. 12 und 13 angesprochenen Verflüssiger sind ohne Beschränkung der All-

gemeinheit drei Baugruppen 14, 15 und 16 vorgesehen, die jeweils einer einzigen Rohrreihe zugeordnet sind. Gezeigt ist nur eine Lamelle des die Verrippung der entsprechenden Wärmetauschrohre bildenden Lamellenpaketes. Dabei weist jede Lamelle 30 Aufnahmeöffnungen 28 auf, in welche jeweils ein Wärmetauschrohr mechanisch fest und wärmeleitend eingepaßt wird. Man erkennt in Fig. 13, daß die entsprechenden Aufnahmeöffnungen 28 hülsenförmig aus der Lamellenebene hervorstehen.

Aus der Verteilung der Aufnahmeöffnungen 28 ergibt sich auch, daß die Wärmetauschrohre in Strömungsrichtung A der Umgebungsluft gegeneinander regelmäßig auf Lücke versetzt angeordnet sind.

In die Folge von zwischen den einzelnen Baugruppen vorgesehenen Unterbrechungen 36 sind an sich bekannte Unterbrechungen 34 mit einbezogen, die jeweils quer zwischen Paaren von Wärmetauschrohren (bzw. Aufnahmeöffnungen 28) angeordnet sind, welche unterschiedlichen Rohrreihen voneinander getrennter Baugruppen 14, 15 und 16 angehören.

Die Unterbrechungen 34 und 36 bilden somit in der Lamelle 30 längs der jeweiligen Verbindungszone 38 zwischen den Baugruppen 14 und 15 bzw. 15 und 16 eine Folge von Unterbrechungen, zwischen denen Verbindungsstege 52 verbleiben und die jeweils zwischen Paaren von Wärmetauschrohren bzw. Aufnahmeöffnungen 28 angeordnet sind, die direkt benachbarten Rohrreihen der jeweils benachbarten Baugruppen, hier Rohrreihen, angehören.

Die Unterbrechungen 36 sind hier speziell gemäß der obersten Variante von Fig. 8 als langgestreckte Schlitzte mit einseitigem Aussteller ausgebildet. Die an sich bekannten Unterbrechungen 34 sind demgegenüber als Jalousien ausgebildet, deren spezielle Form aus Fig. 13 deutlich wird. Es handelt sich um zwei mittlere Vollstege und zwei äußere Halbstege, die parallel zueinander ausgestellt sind und zur Luft einen Anstellwinkel von vorzugsweise 15 bis 30° haben.

Die als Jalousien ausgebildeten Unterbrechungen 34 verlaufen bei der versetzten Rohranordnung jeweils in derselben Rohrreihe mit Längserstreckung zwischen benachbarten Rohren derselben Rohrreihe oder, anders ausgedrückt, mit Quererstreckung, also trennend, zwischen benachbarten Rohren von in Anströmrichtung A hintereinanderliegenden Rohrpaaren, die jeweils durch eine zwischenliegende Rohrreihe mit versetzten Rohren voneinander getrennt sind.

Zu erkennen sind ferner noch Abstandhalter 64, die aus der Lamellenebene auf der gleichen Seite wie die Hülsen der Aufnahmeöffnungen 28 mit größerer Höhe ausgestellt sind, um die einzel-

nen Lamellen im zusammengepreßten Lamellenpaket zu distanzieren. Mögliche Formgebungen und Bemessungen derartiger Aussteller sind an sich bekannt. In den Abbildungen 12 und 13 sind zwei unterschiedliche bevorzugte mögliche Formgebungen dargestellt, die sich durch ein- oder doppel-
5
seitige Stegausstellung unterscheiden. Zweckmäßig sind dabei die ausgestellten Stege nach Fig. 13 konisch verlaufend, um sich nicht in die gegen-
10
überliegende Ausstellöffnung des nächsten Abstandhalters der benachbarten Lamelle einzufügen.

Auch die Lamellen 30 sind zweckmäßig Folien aus Al, Cu oder Legierungen dieser Materialien mit einer Stärke von weniger als 0,15 mm.

Bevorzugt werden mit der Bauweise im Sinne von Fig. 12 oder 13 Verflüssiger mit drei oder vier Rohrreihen gebildet, wobei aber auch im Sinne
15
vorhergehender Beschreibung Verflüssiger mit nur zwei Rohrreihen in Frage kommen.

Den einzelnen Rohrreihen ist jeweils die Lamelle 30 gemeinsam; der Zusammenhalt erfolgt über die Verbindungsstege 52, die zwischen den Unterbrechungen verbleiben.

Ansprüche

1. Verflüssiger für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage mit verrippten Wärmetauschrohren (6), durch die das Kältemittel im Kreuzstrom zu
20
anströmender Umgebungsluft geführt ist, wobei die Wärmetauschrohre in mehreren in Anströmrichtung der Umgebungsluft hintereinander angeordneten Rohrreihen angeordnet sind, deren jeweilige Wärmetauschrohre im Kreuzgegenstrom verschaltet sind,
25
die Rohrreihen in mehrere in Anströmrichtung (A) der Umgebungsluft hintereinander angeordnete Baugruppen (14,16) unterteilt sind, deren Verrippungen (12) wärmeleitmäßig entkoppelt sind, und die Baugruppen (14,16) kältemittelmäßig in Reihe im Gegenstrom zur Anströmrichtung (A) der Umgebungsluft verschaltet sind,
30
dadurch gekennzeichnet,
daß benachbarte Baugruppen (14,16) über ihre Verrippung (12) mechanisch verbunden sind, und daß in einer Verbindungszone (38) zwischen jeweils zwei benachbarten Baugruppen (14,16) aber die mittlere Wärmeleitfähigkeit λ_m unter 20 % der Wärmeleitfähigkeit λ des Materials der Verrippung (12) der beiden benachbarten Baugruppen (14,16) liegt.

2. Verflüssiger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Verbindungszone (38) die mittlere Wärmeleitfähigkeit λ_m unter 10 % der Wärmeleitfähigkeit λ des Materials der Verrippung (12) der beiden benachbarten Baugruppen (14,16) liegt.

3. Verflüssiger nach Anspruch 1 oder 2, da-

durch gekennzeichnet, daß (jeweils) zwei benachbarte Baugruppen (14,16) eine gemeinsame Verrippung (12) besitzen, welche längs der Verbindungszone (38) zwischen den beiden Baugruppen (14,16)
5
eine Folge von Unterbrechungen (36) verläuft, zwischen denen Verbindungsstege (52) verbleiben und die jeweils zwischen Paaren von Wärmetauschrohren (6) angeordnet sind, die direkt benachbarten Rohrreihen der beiden benachbarten Baugruppen
10
(14,16) angehören.

4. Verflüssiger nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede Rohrreihe von Wärmetauschrohren eine Baugruppe (14,15,16) bildet.

5. Verflüssiger nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß, in Erstreckungsrichtung der Verbindungszone (38) gemessen, die mittlere Länge der Verbindungsstege (52) weniger als 50 %, vorzugsweise weniger als 20 %, höchstvorzugsweise weniger als 10 %, der mittleren Länge der Unterbrechungen (36) beträgt.

6. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Unterbrechungen (36) als Materiallücken (44), vorzugsweise Ausstanzungen, ausgebildet sind.

7. Verflüssiger nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Materiallücken sich längs der Verbindungszone erstreckende Schlitze (44) sind.

8. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß Unterbrechungen als Materialaussteller (46;50) ausgebildet sind.

9. Verflüssiger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Materialaussteller einseitig aus der Verrippung (12) ausgebogene, vorzugsweise gemeinsam jalousieförmig angeordnete, Stege (46) sind.

10. Verflüssiger nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß Materialaussteller (50) beidseitig der Verrippung (12) ausgeschnitten sind.

11. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 3 bis 10 mit in Strömungsrichtung (A) der Umgebungsluft versetzten Wärmetauschrohren (6), dadurch gekennzeichnet, daß in die Folge der Unterbrechungen (36) an sich bekannte Unterbrechungen (34) mit einbezogen sind, die jeweils quer zwischen Paaren von Wärmetauschrohren (6) angeordnet sind, welche unterschiedlichen benachbarten Rohrreihen voneinander getrennter Baugruppen (14,16) angehören.

12. Verflüssiger nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die an sich bekannten Unterbrechungen (34) als Jalousien ausgebildet sind.

13. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungszone (38) längs eines Polygon- oder Wellenzugs zwischen den (jeweils) benachbarten beiden Baugruppen (14,16) verläuft.

14. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 11

bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß alle Unterbrechungen (34,36) der Folge einen Polygonzug beschreiben.

15. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß alle Unterbrechungen (34,36) der Folge zueinander parallel verlaufen. 5

16. Verflüssiger nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Unterbrechungen (34,36) der Folge sich gegenseitig überlappen. 10

17. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß nur zwei Baugruppen (14,16) vorgesehen sind.

18. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine vom Kältemittel zuerst durchströmte (erste) Baugruppe (14) mit relativ geringem kälteseitigen Druckverlust und eine vom Kältemittel nachfolgend durchströmte (zweite) Baugruppe (16) mit relativ hohem kälteseitigen Druckverlust ausgelegt ist. 15 20

19. Verflüssiger nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckverlust der ersten Baugruppe (14) so bemessen ist, daß das Produkt einerseits aus wirksamer Temperaturdifferenz (Δt_{\log}) zwischen Umgebungsluft und Kältemittel und andererseits aus dem Wärmedurchgangskoeffizienten k maximal ist. 25

20. Verflüssiger nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckverlust der zweiten Baugruppe (16) so groß bemessen ist, daß die Austrittstemperatur (t_{KA}) des verflüssigten Kältemittels im Bereich von deren Minimum bis zum Minimum der Sättigungstemperatur (t_{KE}) des in den Verflüssiger eintretenden Kältemittels liegt. 30

21. Verflüssiger nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Verrippung aus Folien (30) aus Al, Cu oder Legierungen dieser Materialien mit einer Stärke von weniger als 0,15 mm besteht. 35 40

45

50

55

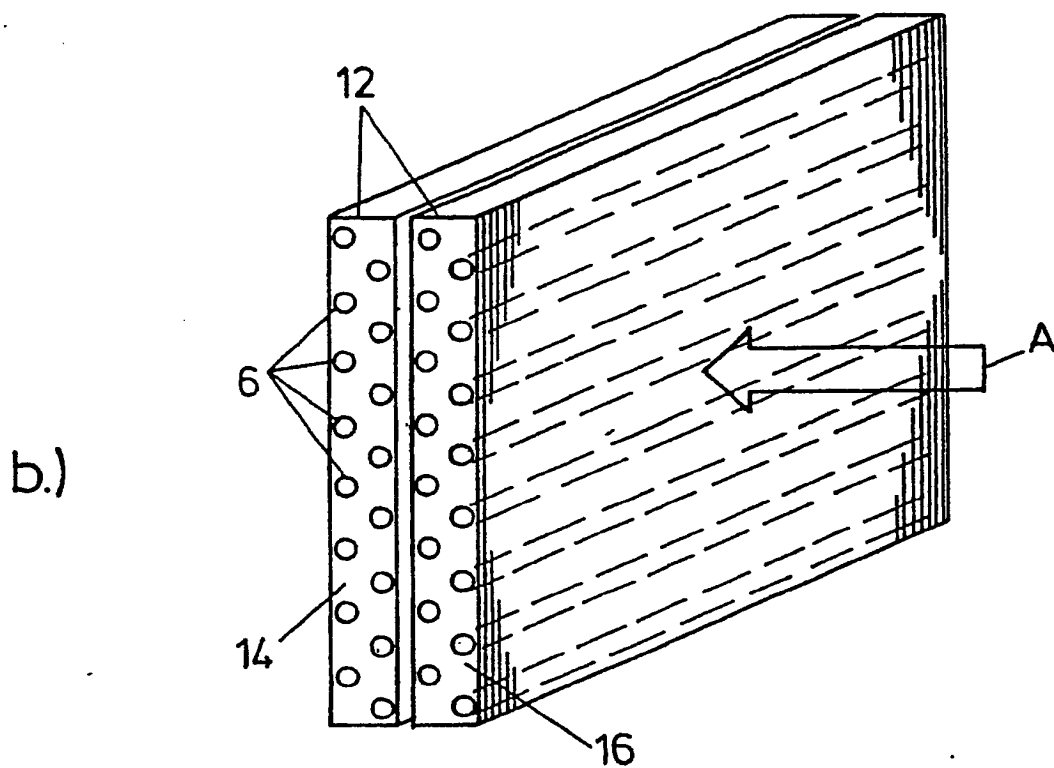
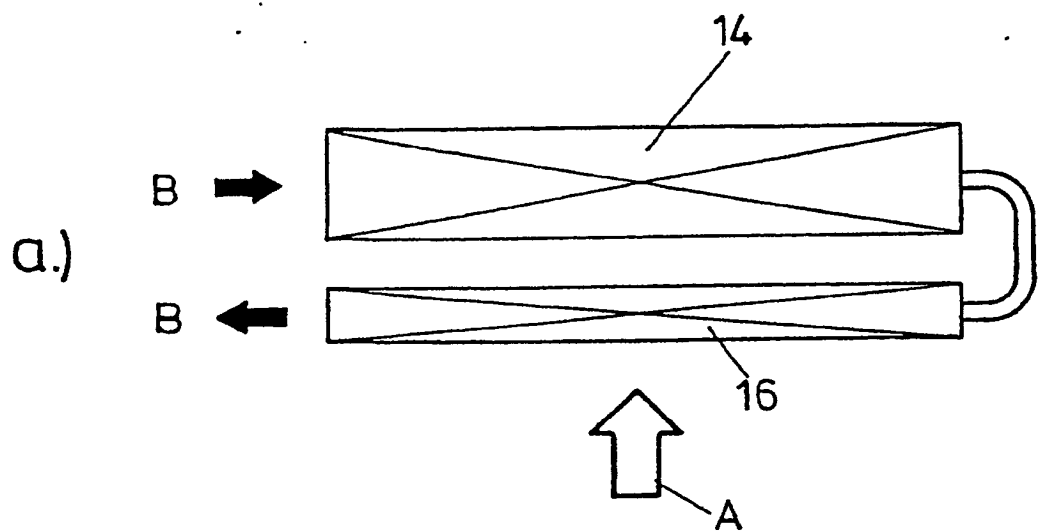


Fig. 1

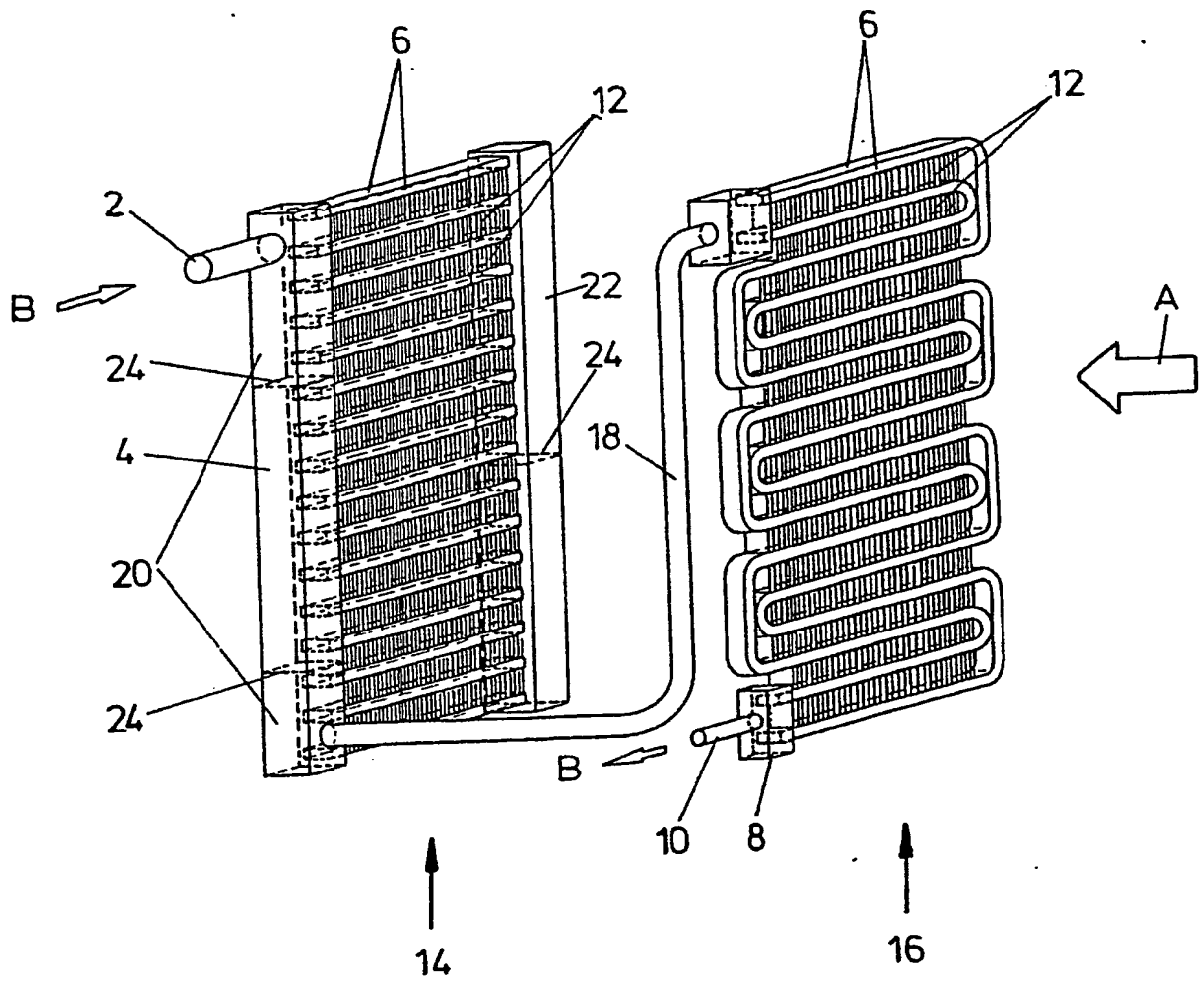


Fig. 2

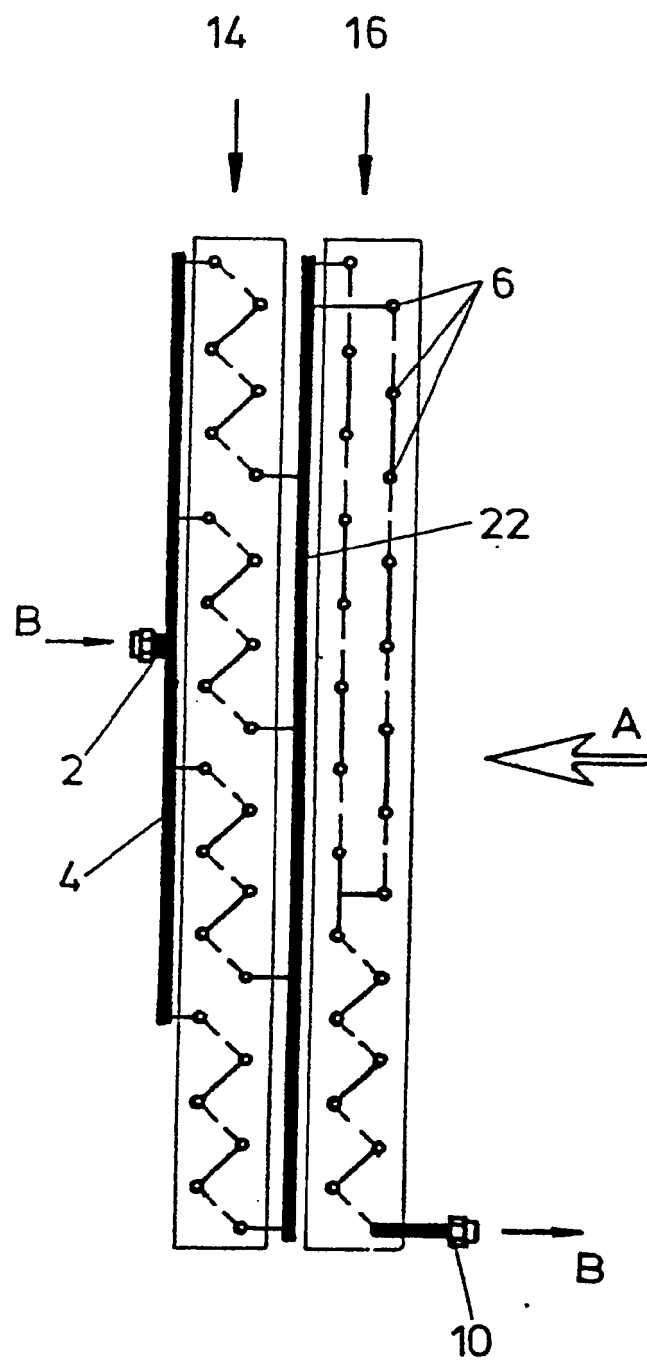


Fig. 3a

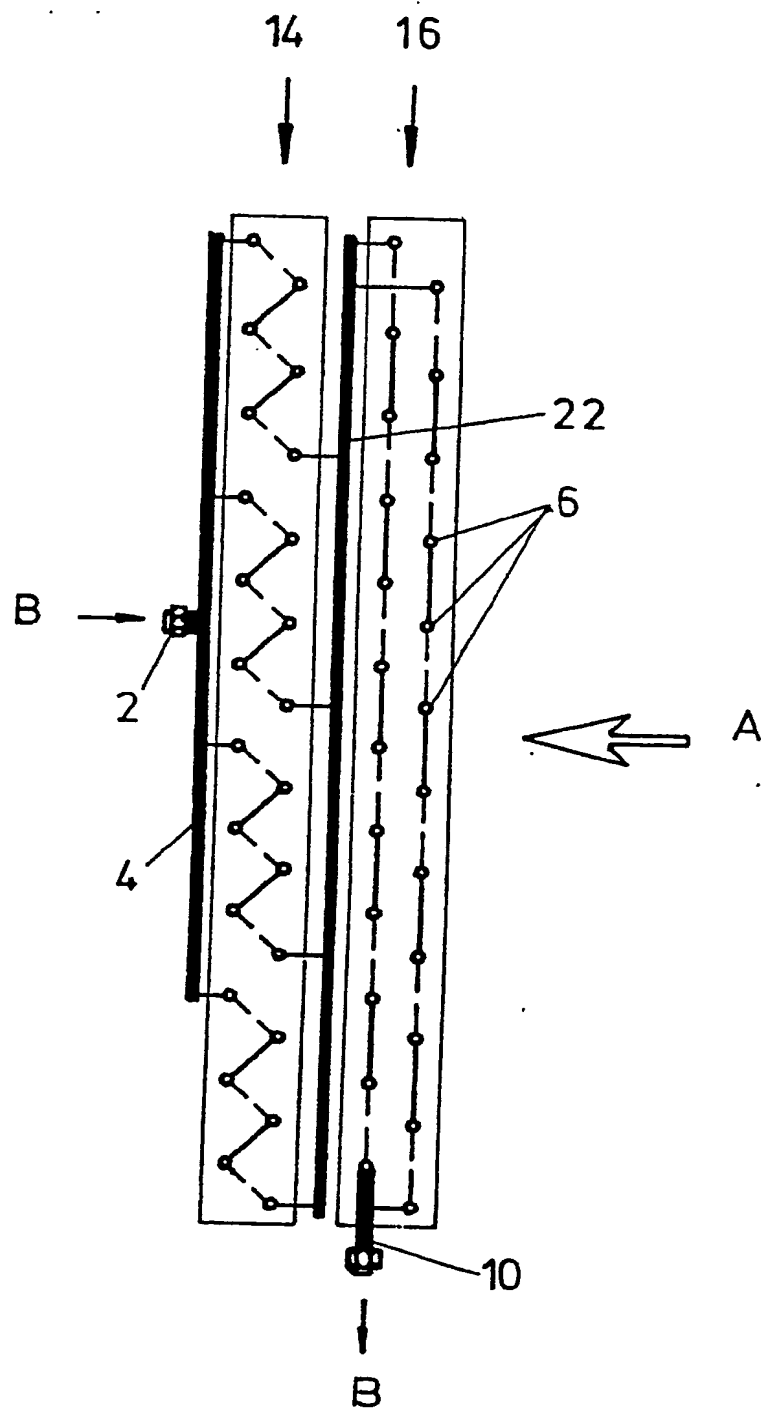


Fig. 3b

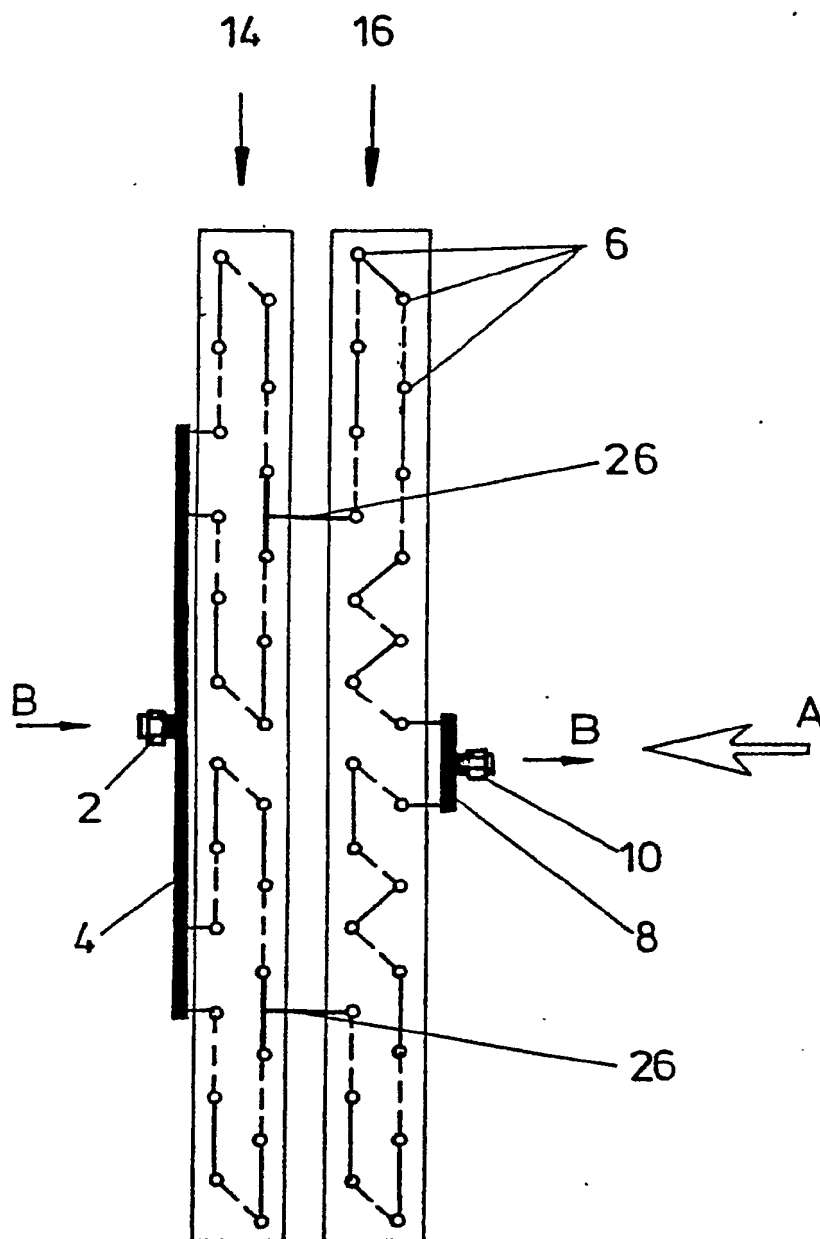


Fig. 4a

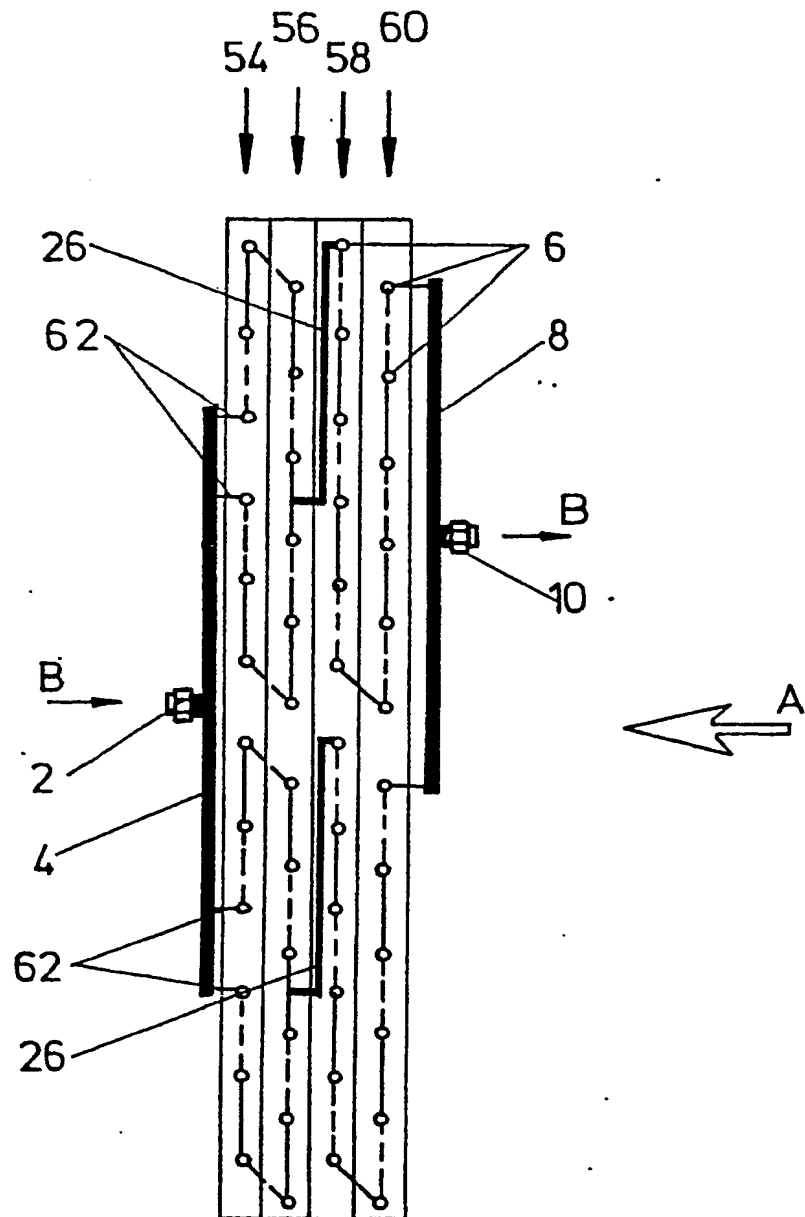


Fig. 4b

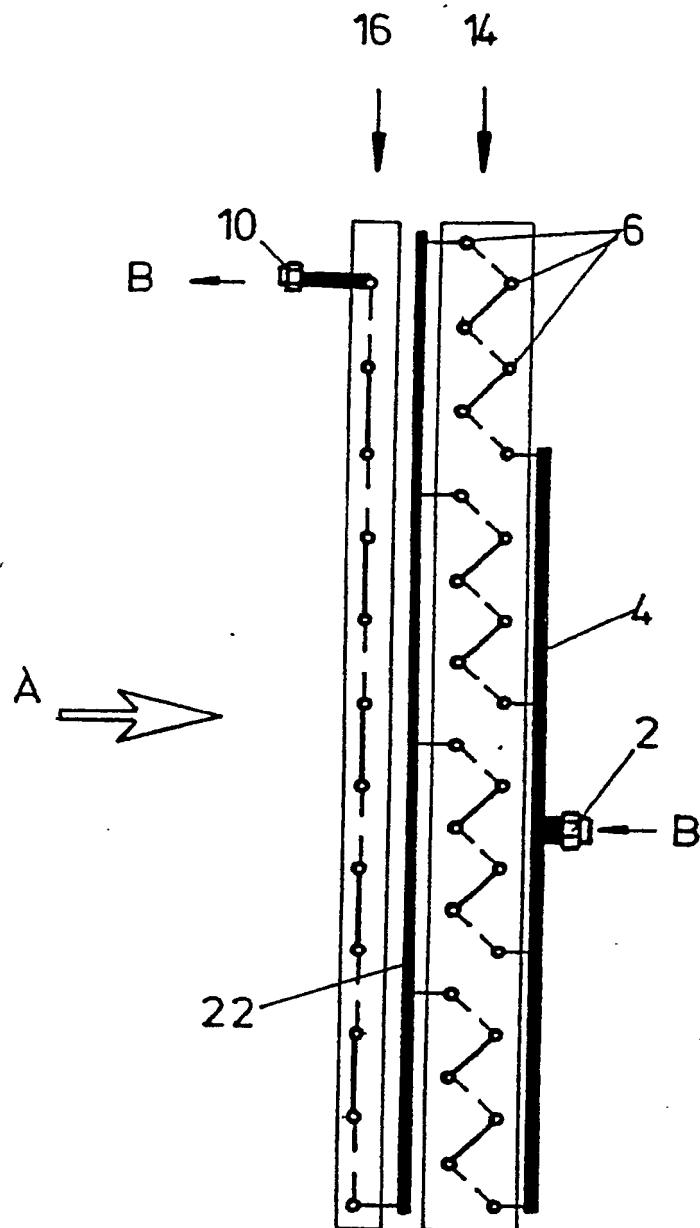


Fig. 5

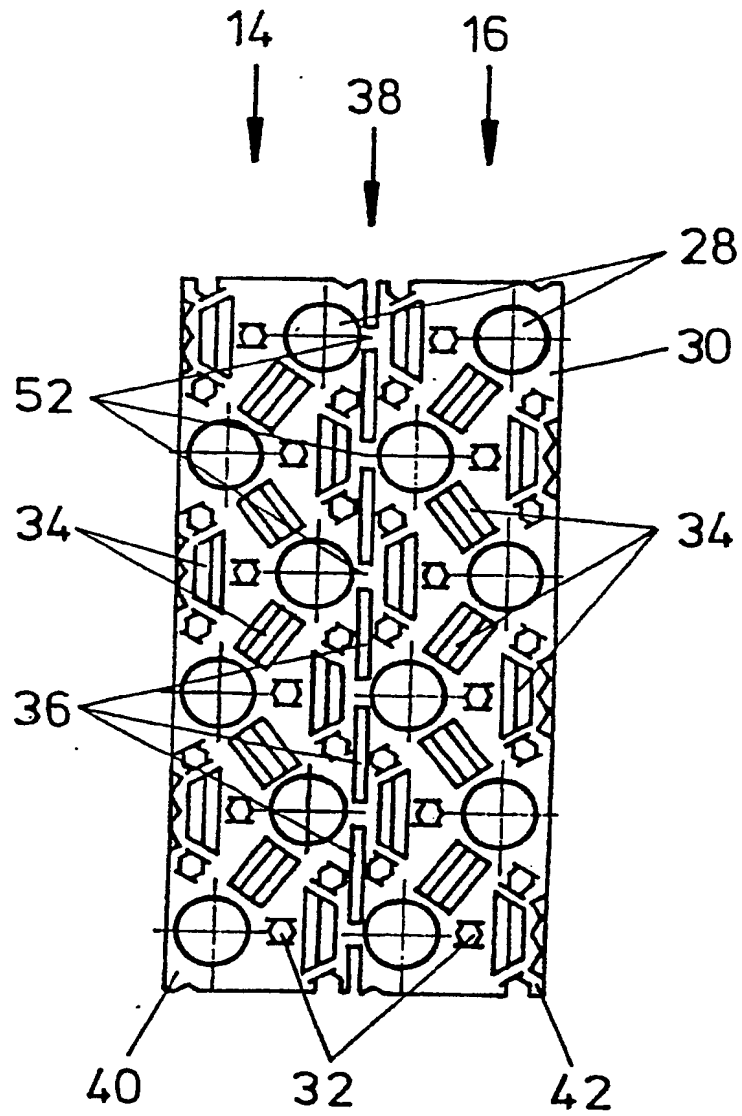


Fig. 6

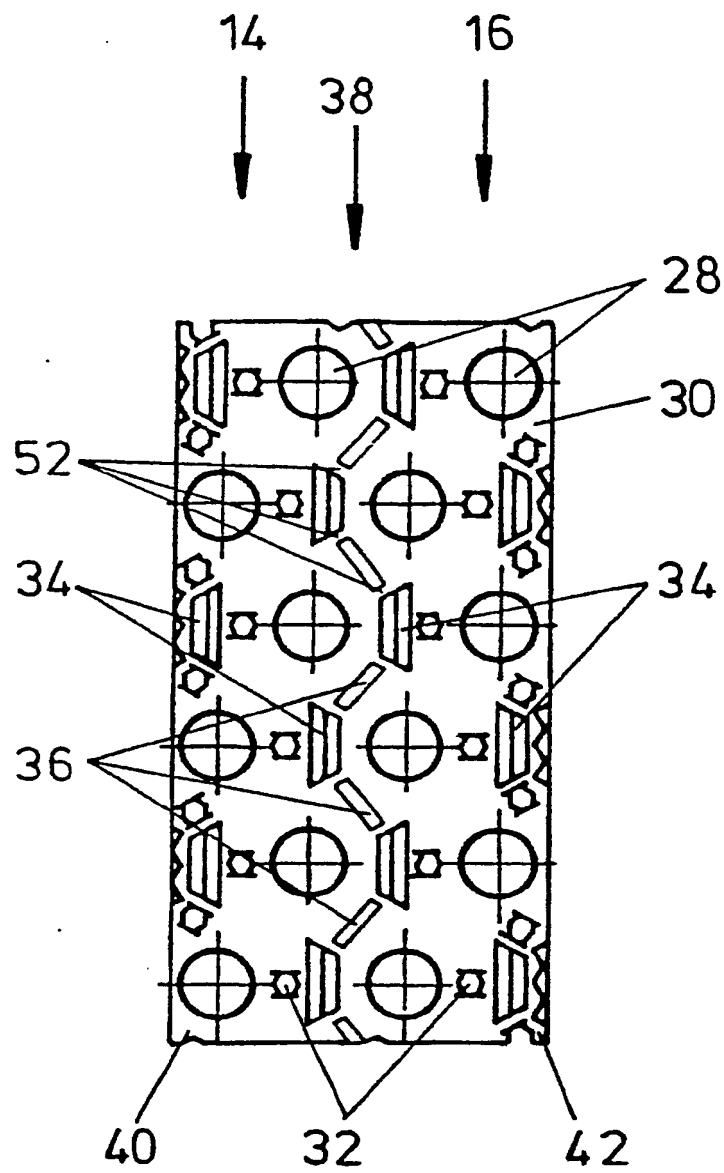


Fig. 7

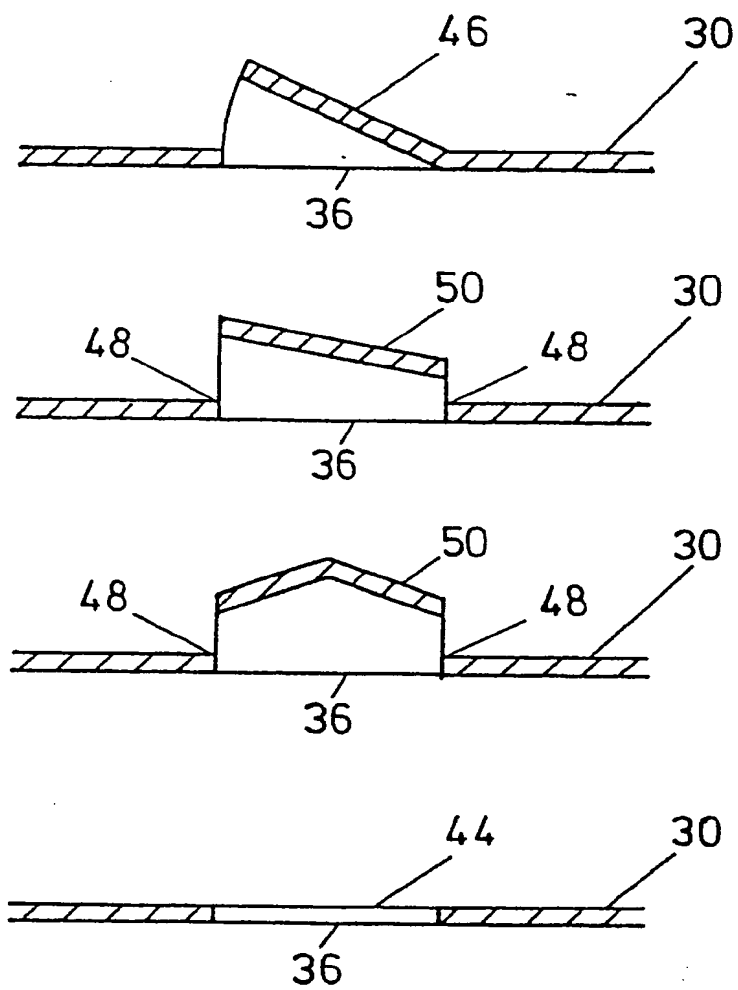


Fig. 8

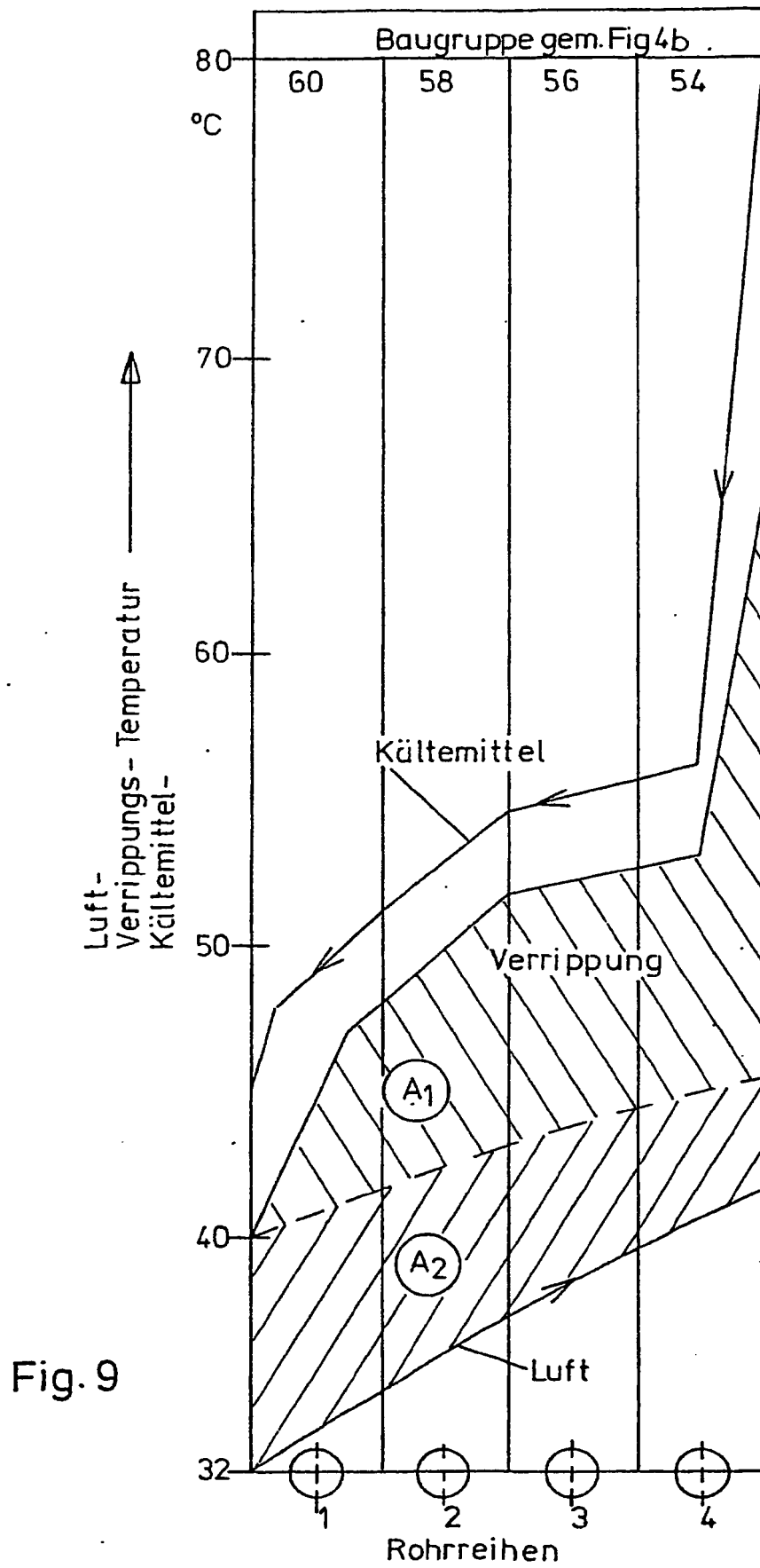


Fig. 9

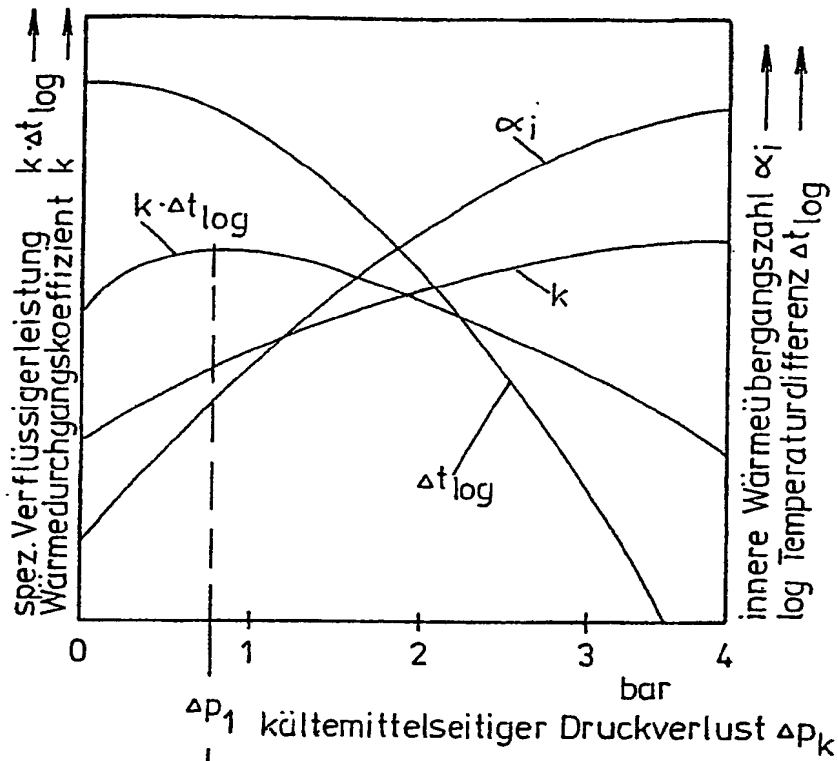


Fig. 10

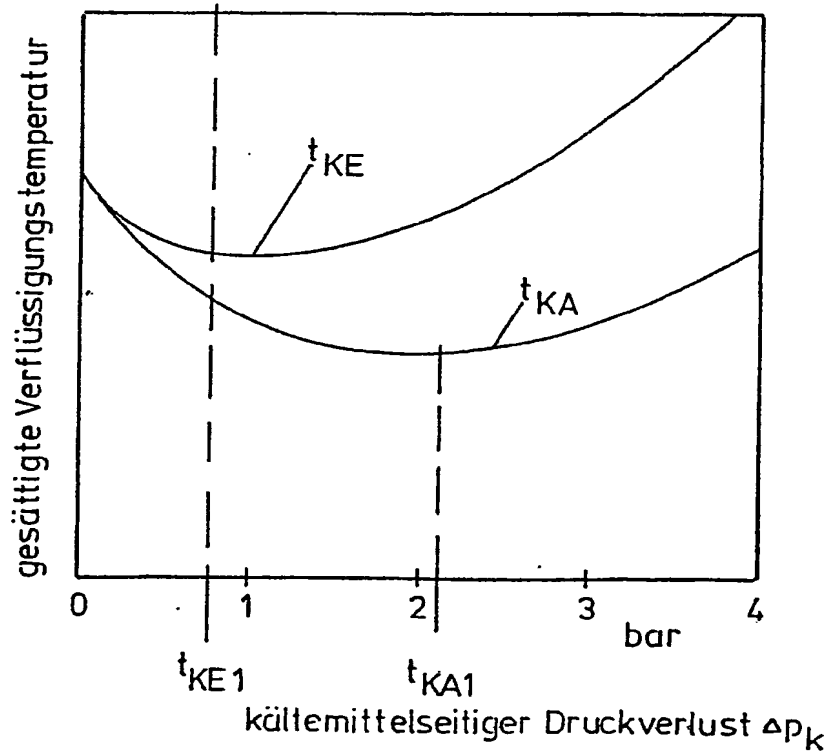


Fig. 11a.

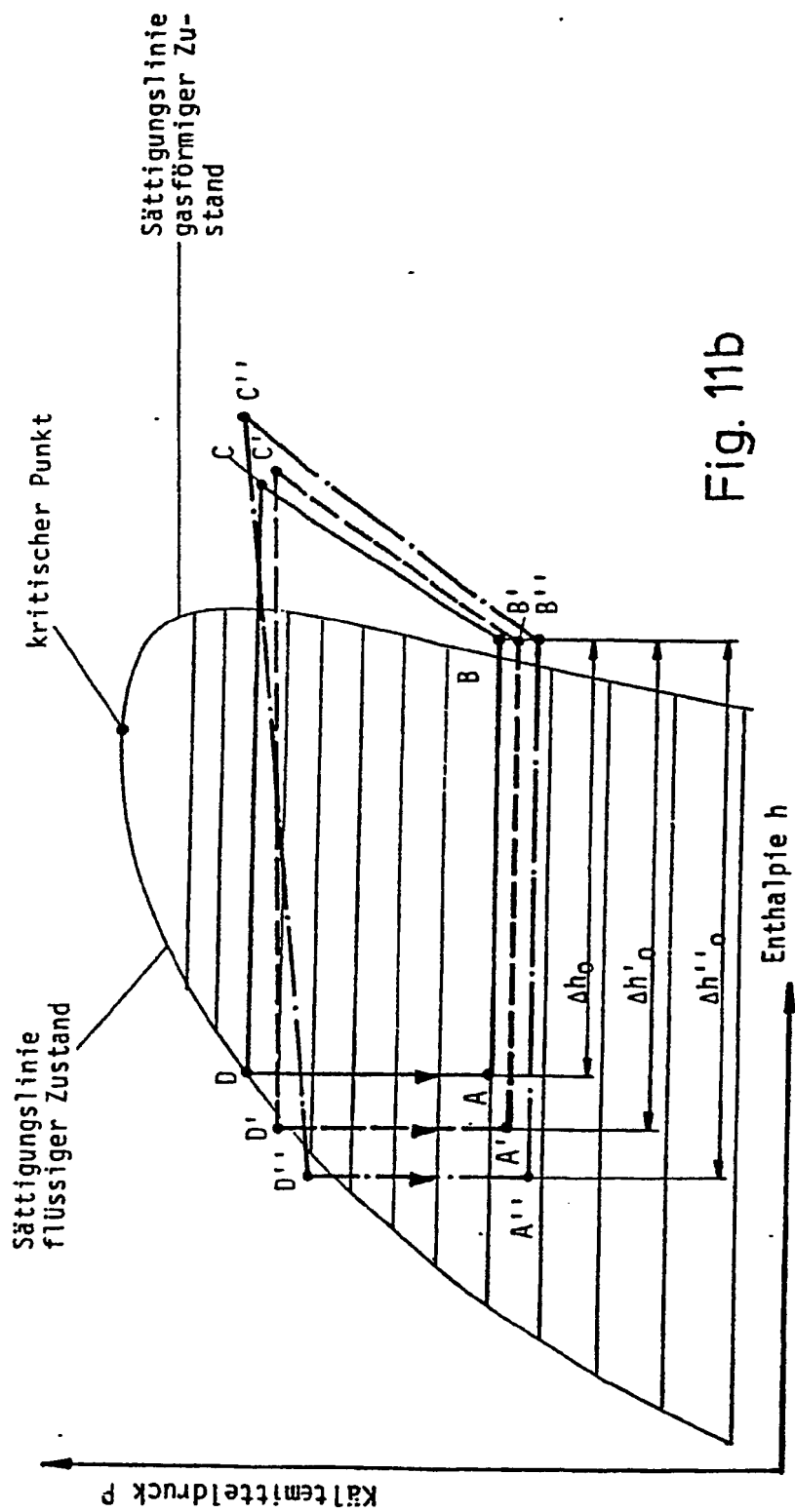


Fig. 11b

Fig. 12

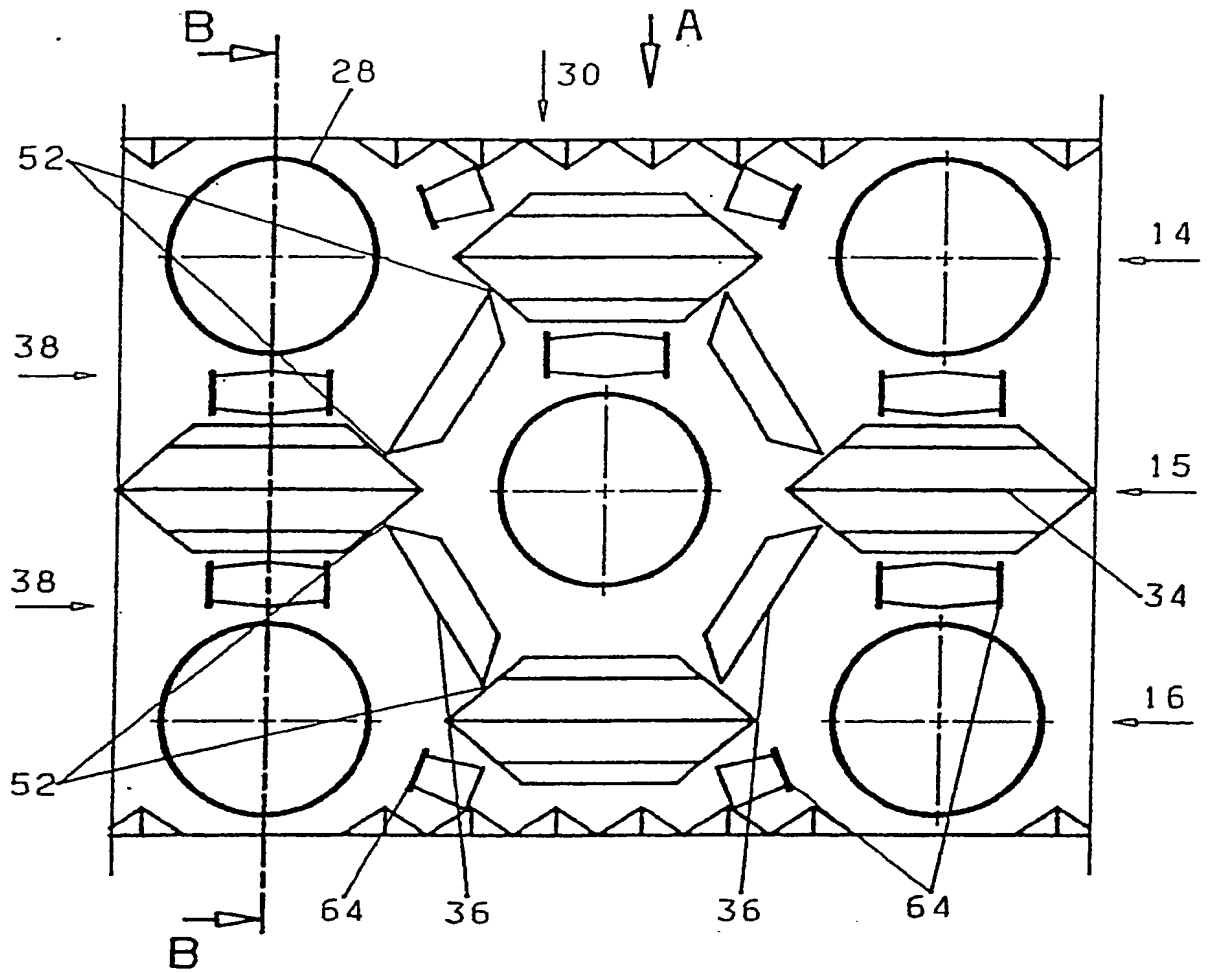
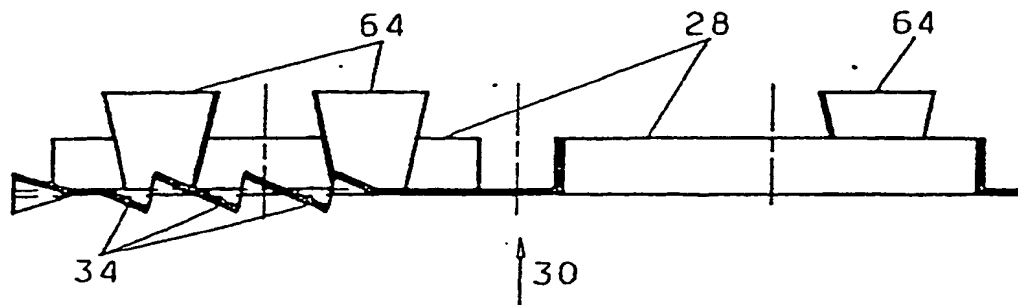


Fig. 13



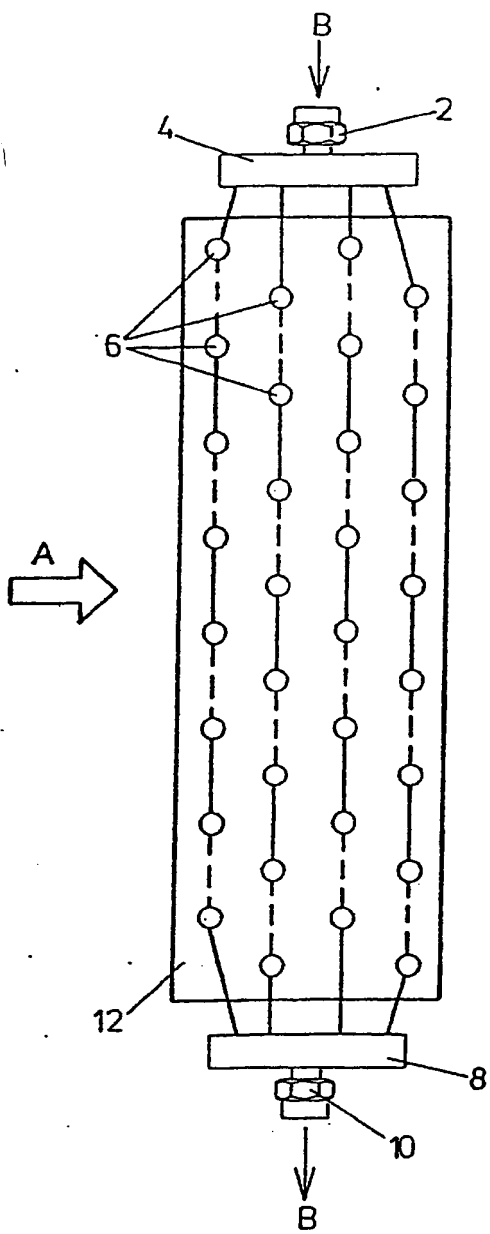


Fig. 14

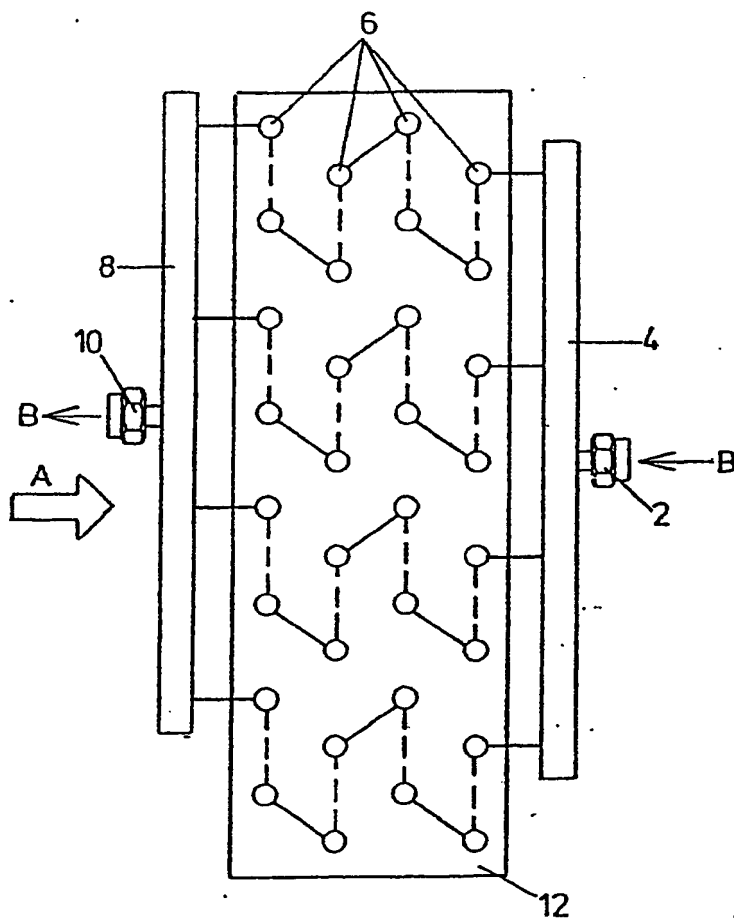


Fig. 15



DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			EP 90110619.5
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.)
A	<u>US - A - 4 845 800</u> (PEDERSON et al.) * Totality * --	1	A 47 L 13/258
A	<u>GB - A - 2 055 040</u> (LUNDGREN) * Totality * --	1	
A	<u>US - A - 3 911 521</u> (FRANCHOT) * Totality * --	1	
A	<u>AT - B - 199 341</u> (DIETHELM & CO. AG) * Totality * ----	1	
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.)
			A 47 L 13/00
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search VIENNA		Date of completion of the search 11-09-1990	Examiner BEHMER
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons & : member of the same patent family, corresponding document	

EPO Form 1503 03/82

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 401 752 A3**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90110618.7**

(51) Int. Cl.⁵: **F25B 39/04, F28F 1/32,
F28F 13/14, //B60H1/32**

(22) Anmeldetag: **05.06.90**

(30) Priorität: **06.06.89 DE 3918455
23.11.89 DE 3938842**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.12.90 Patentblatt 90/50

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES GB

(88) Veröffentlichungstag des später veröffentlichten
Recherchenberichts: **06.03.91 Patentblatt 91/10**

(71) Anmelder: **THERMAL-WERKE Wärme-, Kälte-,
Klimatechnik GmbH
Talhausstrasse 6 Postfach 16 80
W-6832 Hockenheim(DE)**

(72) Erfinder: **Haussmann, Roland, Dipl.-Ing.
Ruländer Weg 28
W-6908 Wiesloch(DE)**

(74) Vertreter: **Dr. Elisabeth Jung Dr. Jürgen
Schirdewahn Dipl.-Ing. Claus Gernhardt
P.O. Box 40 14 68 Clemensstrasse 30
W-8000 München 40(DE)**

(54) **Verflüssiger für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage.**

(57) Die Erfindung bezieht auf einen Verflüssiger für ein Kältemittel einer Fahrzeugklimaanlage mit verrippten Wärmetauschrohren (6), durch die das Kältemittel im Kreuzstrom zu anströmender Umgebungsluft geführt ist, wobei die Wärmetauschrohren (6) in mehreren in Anströmrichtung der Umgebungsluft hintereinander angeordneten Rohrreihen angeordnet sind, deren jeweilige Wärmetauschrohren im Kreuzgegenstrom verschaltet sind, die Rohrreihen in mehrere in Anströmrichtung der Umgebungsluft hintereinander angeordnete Baugruppen (14,16) unterteilt sind, deren Verrippungen (12) wärmeleitmäßig entkoppelt sind, und die Baugruppen (14,16) kältemittelmäßig in Reihe im Gegenstrom zur Anströmrichtung der Umgebungsluft verschaltet sind. Nach der Erfindung ist vorgesehen, daß benachbarte Baugruppen (14,16) über ihre Verrippung (12, 30) mechanisch verbunden sind, und daß in einer Verbindungszone (38) zwischen jeweils zwei benachbarten Baugruppen (14,16) aber die mittlere Wärmeleitfähigkeit λ_m unter 20 % der Wärmeleitfähigkeit λ des Materials der Verrippung der beiden benachbarten Baugruppen (14,16) liegt.

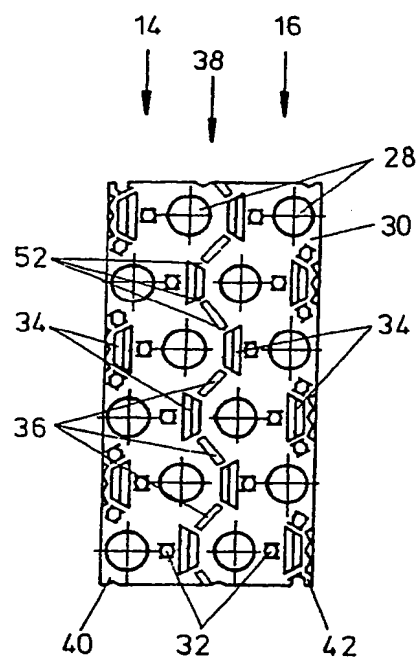


Fig. 7

EP 0 401 752 A3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90 11 0618

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	US-A-1 870 457 (KENNEY) * Seite 1, Zeilen 43 - 54; Figur 2 * - - -	1,3,4,6,7, 17	F 25 B 39/04 F 28 F 1/32 F 28 F 13/14 B 60 H 1/32
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 257 (M-256)(1402) 16 November 1983, & JP-A-58 138986 (FUJI JUKOGYO) 18 August 1983, * das ganze Dokument * - - -	1,3,4,6,7, 17	
A	US-A-4 691 767 (TANAKA ET AL.) * Spalte 3, Zeile 12 - Spalte 7, Zeile 59; Figuren 3-9 * - - -	8,10-14, 16	
A	US-A-1 854 278 (SMITH) * Seite 2, Zeilen 12 - 16; Figuren 1-9 ** Seite 2, Zeilen 69 - 88 * - - -	8,9,11,15, 21	
A	GB-A-2 023 798 (HITACHI) - - - - -		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) F 25 B F 28 D F 28 F B 60 H
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		17 Dezember 90	BROMAN B.T.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			